

**PENGARUH JENIS SAWI (*Brassica juncea L*) DAN PENAMBAHAN
GULA TERHADAP KARAKTERISTIK YOGHURTKRAUT**

SKRIPSI

Oleh
INDRIANA HARDJOLOEKITO
NIM. 135100501111001

Sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul : Pengaruh Jenis Sawi (*Brassica juncea* L) Dan
Penambahan Gula Terhadap Karakteristik Yoghurtkraut
Nama Mahasiswa : Indriana Hardjoloekito
Nim : 135100501111001
Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas : Teknologi Pertanian

Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. Elok Zubaidah, MP.
NIP 19590821 199303 2 001

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

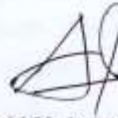
Judul : Pengaruh Jenis Sawi (*Brassica Juncea L*) Dan
Penambahan Gula Terhadap Karakteristik *Yoghurtkraut*
Nama Mahasiswa : Indriana Hardjoloekito
Nim : 135100501111001
Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas : Teknologi Pertanian

Dosen Penguji I,



Ir. Wahono Hadi Susanto, MS.
NIP. 19530410 198002 1 002

Dosen Penguji II,



Ahmad Zaki Mubarak, STP, M.Si, Ph.D
NIK. 201201 820815 1 001

Dosen Pembimbing I,



Dr. Ir. Elok Zubaidah, MP.
NIP. 19590821 199303 2 001

Ketua Jurusan,



Prof. Dr. Teti Estiasih, S.TP., MP.
NIP. 19701226 200212 2 001

Tanggal Lulus Skripsi:

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Madiun pada 6 Maret 1995 dari Ayah bernama Hari Soeseno Hardjoloekito dan Ibu Restituta Emi Indrianti. Penulis menyelesaikan pendidikan Taman Kanak-Kanak di TK ST. Bernadus Madiun pada tahun 2001 dan melanjutkan ke Sekolah Dasar di Santo Bernadus Madiun, lulus pada tahun 2007. Kemudian melanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 11 Madiun dan lulus pada tahun 2010, serta menyelesaikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 6 Madiun, lulus pada tahun 2013. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan S-1 di Universitas Brawijaya Malang dan pada tahun 2017 telah berhasil menyelesaikan pendidikannya di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya Malang.

Selama masa pendidikan di Universitas Brawijaya, penulis berorganisasi di KMK FTP dan kepanitiaan di kepanitiaan Orientasi Pengenalan Jurusan dan Himpunan pada tahun 2014 sebagai anggota divisi pendamping, Natal bersama Jurusan dan Himpunan pada tahun 2014 sebagai sekretaris, dan RUA HMPPI tahun 2015 sebagai anggota divisi sponsorship.

Januari 2018

Penulis

**“JANGAN MUDAH MENYERAH, TERUS SEMANGAT DAN NIKMATI
PROSESNYA, DAN SEMUA AKAN INDAH PADA WAKTUNYA”**

Terimakasih kepada Tuhan Yang Maha Pengasih serta Maha Penyayang
Semoga rasa syukur ini senantiasa melipah untuk kita semua

Karya kecil ini saya peruntukkan kepada Bapak dan Ibu tercinta, serta Mas Ivan
tersayang

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:


Nama Mahasiswa : Indriana Hardjoloekito
NIM : 135100501111001
Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas : Teknologi Pertanian
Judul Skripsi : Pengaruh Jenis Sawi (*Brassica juncea* L) dan
Penambahan Gula Terhadap Karakteristik
Yoghurtkraut

Menyatakan bahwa,

Skripsi dengan judul di atas merupakan karya asli penulis tersebut di atas.
Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar saya bersedia
dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Malang, Januari 2018

Pembuat Pernyataan,



Indriana Hardjoloekito

NIM. 135100501111001

RINGKASAN

Tanaman sawi (*Brassica juncea* L) merupakan salah satu komoditas sayuran yang memiliki nilai komersial paling tinggi di Indonesia. Kandungan makanan yang terkandung dalam tanaman sawi berupa protein, lemak, karbohidrat, vitamin A, vitamin B, dan vitamin C. Kelemahan dari sawi ini yaitu bersifat mudah layu dan kurang diketahui oleh masyarakat umum, sehingga perlu adanya penanganan untuk mengawetkan dan mengolah sawi menjadi pangan fungsional. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah dengan melakukan fermentasi pada sawi yaitu sayur asin. Selain penggaraman, dalam pembuatan sayur asin dapat pula ditambahkan yoghurt atau yang dikenal dengan sebutan *yoghurtkraut* dan dapat pula ditambahkan dengan gula. Fermentasi *yoghurtkraut* ini merupakan salah satu fermentasi sayur asin dengan adanya penambahan yoghurt pada sayur asin. Gula yang ditambahkan dengan jumlah takaran yang sesuai, dapat dijadikan sumber nutrisi bagi bakteri yang berperan. Namun fermentasi sayur asin pada umumnya cukup lama karena garam dapat menghambat beberapa mikroorganisme yang berperan. Adanya penambahan gula ini diharapkan dapat memberikan nutrisi tambahan untuk bakteri asam laktat sehingga lama fermentasi dapat lebih cepat dan juga dapat memperbaiki cita rasa. Selain itu, penggunaan jenis sawi yang berbeda yaitu sawi putih dan sawi hijau diduga dapat mempengaruhi karakteristik *yoghurtkraut*. Oleh karena itu, perlu adanya penelitian mengenai jenis sawi dan konsentrasi gula pada pembuatan *yoghurtkraut*. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh jenis sawi dan konsentrasi gula pada formulasi *yoghurtkraut*.

Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK). Faktor I yaitu penambahan gula (0%, 2%, 4%, dan 6%) dan faktor II yaitu jenis sawi (sawi putih dan sawi hijau), masing-masing perlakuan diulang 3 kali. Data di analisa menggunakan metode analisa ragam (ANOVA) dan di uji lanjut DMRT/BNT. Pemilihan perlakuan terbaik menggunakan metode *Multiple Attribute Zeleny*.

Hasil analisa ragam (ANOVA) menunjukkan penambahan gula memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap peningkatan nilai antioksidan, dan penurunan nilai pH dan total gula, sedangkan perlakuan jenis sawi memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap peningkatan antioksidan. Interaksi antar kedua perlakuan berpengaruh nyata terhadap penurunan nilai pH dan peningkatan antioksidan. Perlakuan terbaik didapatkan pada *yoghurtkraut* jenis sawi hijau dengan penambahan gula 4%. Karakteristik perlakuan terbaik meliputi nilai total BAL $4,9 \times 10^{10}$ CFU/ml, total asam 0,85%, nilai pH 1,00, antioksidan 42,86%, nilai gula 5,97%, nilai kesukaan rasa 2,73; nilai kesukaan aroma 2,60; nilai kesukaan warna 3,00; dan nilai kesukaan tekstur 3,16.

Kata kunci: Yoghurt, *Yoghurtkraut*, Sawi, Sayur Asin, Gula

SUMMARY

The mustard plant (*Brassica juncea* L) is one of vegetable commodities that has the highest commercial value in Indonesia. This vegetable contains proteins, fats, carbohydrates, vitamin A, vitamin B, and vitamin C. The weakness of these mustard greens are easily wilted and less known by the people, so it needs handle to preserve and process the mustard into functional food. One method that can be used is by fermenting the mustard greens as salting vegetables. Beside that, in the manufacture of salted vegetables, yoghurt can also be added or known as yoghurtkraut and also sugar. This yoghurtkraut fermentation is one of the fermented salted vegetables with the addition of yoghurt to the salted vegetable. The Sugar which is added with the appropriate amount, can be a source of nutrients for bacteria that play a role. However, fermentation of salted vegetables is quite long because salt can inhibit some microorganisms that play a role. The addition of sugar is expected to provide additional nutrients for lactic acid bacteria so that the fermentation time can be faster and also can improve the taste. In addition, the use of different types of mustard greens such as chicory and mustard greens may allegedly affect yoghurtkraut characteristics. Therefore, it needs a research on the type of mustard and sugar concentration in the manufacture of yoghurtkraut. The purpose of this study is to determine the effect of mustard plant type and sugar concentration in formulation yoghurtkraut.

The research methodology used in this research is Group Random Design (RAK). Factor I is the addition of sugar (0%, 2%, 4%, and 6%) and the factor II is the type of mustard (mustard and green mustard greens), each treatment is repeated 3 times. Data were analyzed using analysis method of variance (ANOVA) and tested further with DMRT / BNT. Selection of best treatment using Multiple Attribute Zeleny method.

Result of analysis of variance (ANOVA) showed the addition of sugar gave a real effect ($p < 0,05$) to the increase of antioxidant value, and decrease of pH value and total sugar, while the treatment of type of mustard gave a real effect ($p < 0,05$) to the increase of antioxidant. The interaction between the two treatments significantly affected the decrease in pH value and increased antioxidant. The best treatment was found in yoghurtkraut of green mustard with 4% sugar addition. The best treatment characteristics included total value of BAL $4,9 \times 10^{10}$ CFU / ml, total acid 0,85%, pH value 1.00, antioxidant 42,86%, sugar value 5,97%, taste value 2,73; aroma preferences 2,60; color preferences value 3.00; and texture preferences value 3.16.

Keywords: Yoghurt, Yoghurtkraut, Mustard plant, Salted Vegetables, Sugar

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur Penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Penyayang atas segala rahmat-Nya, hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi ini berjudul “Pengaruh Jenis Sawi (*Brassica juncea* L) Dan Penambahan Gula Terhadap Karakteristik *Yoghurtkraut*”. Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian.

Pada kesempatan ini, penyusun mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Teti Estiasih, STP, MP., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Brawijaya Malang.
2. Dr. Ir. Elok Zubaidah, MP., selaku dosen pembimbing skripsi, yang telah memberikan saran, kritik, dan bantuan, selama saya menyusun skripsi ini.
3. Bapak, Ibu, dan Mas Ivan, atas segala doa dan restu serta dukungan selama penulis menyusun skripsi ini.
4. Orang terdekat saya Septian Ulul Albab yang selalu mendoakan dan memberi dukungan sehingga saya mampu menyelesaikan skripsi ini.
5. Teman-teman yang berperan (Mb melaidah, santos, erik, dan dhika) yang selama penelitian selalu memberikan bantuan serta dukungan.
6. Teman-teman Big Hero Cetar (nabon, anita, reny, putry, dan emo) yang selalu setia menemani saya selama penelitian serta perkuliahan.
7. Keluarga D'Jokokost tercinta (mb Tiara, mb Leni, mb Dea, mb Dece, dan mb Ebet) yang selalu memberikan bantuan dan dukungannya.

Penulisan skripsi ini merupakan upaya penulis sebagai sarana dalam pengembangan ilmu pengetahuan. Penulis menyadari bahwa adanya keterbatasan pengetahuan, referensi dan pengalaman, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan masukan demi lebih baiknya skripsi ini.

Akhirnya harapan penulis semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun semua pihak yang membutuhkan.

Malang, 23 Januari 2018

Indriana Hardjoloekito

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
HALAMAN PERUNTUKAN	v
KEASLIAN SKRIPSI	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Hipotesa	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Sawi Hijau.....	4
2.2 Sawi Putih.....	6
2.3 Fermentasi Sayuran	7
2.4 Sayur Asin	10
2.5 Bakteri Asam Laktat.....	11
2.6 Yoghurt.....	13
2.7 Garam	15
2.8 Gula.....	16
III. METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	17
3.2 Alat dan Bahan	17
3.2.1 Alat	17
3.2.2 Bahan	17
3.3 Metode Penelitian	18
3.4 Pelaksanaan Penelitian	18
3.4.1 Pembuatan Sayur Asin	19
3.4.2 Analisa Penelitian	21
3.5 Analisa Data	19
3.6 Diagram Alir Penelitian.....	20
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Perubahan Mikrobiologi dan Kimiawi <i>Yoghurtkraut</i>	21
4.1.1 Analisa Total Bakteri Asam Laktat (BAL).....	21
4.1.2 Analisa Total Asam	24
4.1.3 Analisa Derajat Keasaman (pH).....	26
4.1.4 Analisa Antioksidan.....	29
4.1.5 Analisa Total Gula.....	31
4.2 Analisa Organoleptik.....	33
4.2.1 Warna	34
4.2.2 Aroma	34
4.2.3 Tekstur.....	35

4.2.4 Rasa	36
4.3 Perlakuan Terbaik.....	37
V. PENUTUP	39
5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA.....	40
LAMPIRAN.....	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Kandungan Nutrisi SawiHijau	5
Table 2.2	Kandungan Nutrisi SawiPutih	7
Tabel 2.3	Perbandingan Gizi Susu Sapi dan Susu Kambing	10
Tabel 3.3	Kombinasi Perlakuan Dua Faktor	18
Tabel 4.1	Rerata Nilai Total Bakteri Asam Laktat (BAL) <i>Yoghurtkraut</i> Selama Fermentasi	22
Tabel 4.2	Rerata Nilai Total Asam <i>Yoghrutkraut</i> Selama Fermentasi	25
Tabel 4.3	Rerata Penurunan Nilai pH <i>Yoghurtkraut</i> Selama Fermentasi	27
Tabel 4.4	Rerata Nilai Antioksidan <i>Yoghurtkraut</i> Selama Fermentasi.....	30
Tabel 4.5	Rerata NilaiTotal GulaYoghurtkrautSelama Fermentasi.....	32
Tabel 4.6	Perbandingan Perlakuan TerbaikYoghurtkraut dengan Sayur Asin (Kontrol)	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sawi Hijau	4
Gambar 2.2	Sawi Putih	6
Gambar 2.3	Sayur Asin	10
Gambar 2.4	Bakteri Asam Laktat	11
Gambar 2.5	Yoghurt	13
Gambar 2.6	Garam	15
Gambar 2.7	Gula	16
Gambar 3.6	Diagram Alir Pembuatan <i>Yoghurtkraut</i>	20
Gambar 4.1	Pengaruh Jenis Sawi Dan Penambahan Gula Terhadap Total Bakteri Asam Laktat pada <i>Yoghurtkraut</i> selama Fermentasi	21
Gambar 4.2	Pengaruh Jenis Sawi Dan Penambahan Gula Terhadap Total Asam pada <i>Yoghurtkraut</i> selama Fermentasi	24
Gambar 4.3	Pengaruh Jenis Sawi Dan Penambahan Gula Terhadap Derajat Keasaman pada <i>Yoghurtkraut</i> selama Fermentasi	26
Gambar 4.4	Pengaruh Jenis Sawi Dan Penambahan Gula Terhadap Antioksidan pada <i>Yoghurtkraut</i> selama Fermentasi	29
Gambar 4.5	Pengaruh Jenis Sawi Dan Penambahan Gula Terhadap Total Gula pada <i>Yoghurtkraut</i> selama Fermentasi	32
Gambar 4.6	Grafik Tingkat Kesukaan Panelis terhadap Warna <i>Yoghurtkraut</i>	34
Gambar 4.7	Grafik Tingkat Kesukaan Panelis terhadap Aroma <i>Yoghurtkraut</i>	35
Gambar 4.8	Grafik Tingkat Kesukaan Panelis terhadap Tekstur <i>Yoghurtkraut</i>	36
Gambar 4.9	Grafik Tingkat Kesukaan Panelis terhadap Rasa <i>Yoghurtkraut</i>	37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Prosedur Analisa	45
Lampiran 2	Kuesioner Analisa Organoleptik	50
Lampiran 3	Data Analisa Yoghurtkraut.....	51
Lampiran 4	Data Organoleptik Hedonik	56
Lampiran 5	Analisa Ragam Total Asam	62
Lampiran 6	Analisa Ragam Derajat Keasaman (pH).....	63
Lampiran 7	Analisa Ragam Antioksidan.....	64
Lampiran 8	Analisa Ragam Total Gula.....	65
Lampiran 9	Uji Friedman.....	66
Lampiran 10	Data Perlakuan Terbaik Metode Multiple Atribute Zeleny	68
Lampiran 11	Dokumentasi Penelitian.....	71

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sayuran mempunyai peran penting dalam mendukung ketahanan pangan nasional. Komoditas pada sayuran memiliki keragaman serta berperan sebagai sumber karbohidrat, protein nabati, vitamin, dan mineral yang tentunya sangat bermanfaat bagi tubuh manusia. Dari semua macam jenis sayuran yang dibudayakan, tanaman sawi (*Brassica juncea L*) merupakan salah satu komoditas sayuran yang memiliki nilai komersial paling tinggi. Menurut BPS dalam Pusat Data dan Sistem Informasi, pada tahun 2008 produksi sawi mengalami kenaikan sebesar 2.036 ton, dengan jumlah produksi sebesar 77.147 ton, bila dibandingkan produksi sawi pada tahun 2007 sebesar 75.111 ton.

Tanaman sawi termasuk tanaman yang mempunyai nilai ekonomi tinggi karena kaya akan serat, dan juga kandungan gizi yang tinggi. Menurut Fuad (2010), zat-zat makanan yang terkandung dalam tanaman sawi berupa protein, lemak, karbohidrat, vitamin A, vitamin B, dan vitamin C. Kelemahan dari sawi ini yaitu bersifat mudah layu dan kurang diketahui oleh masyarakat umum, sehingga perlu adanya penanganan untuk mengawetkan dan mengolah sawi menjadi pangan fungsional. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah dengan melakukan fermentasi pada sawi yaitu sayur asin.

Fermentasi sayur asin merupakan salah satu proses fermentasi secara spontan yang disebabkan karena adanya mikroorganisme yang terdapat dalam daun sawi. Mikroorganisme yang secara alamiah ada pada sawi dan berperan dalam proses fermentasi sayur asin antara lain *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus brevis* (Marianski, 2012). Selama proses fermentasi mikroorganisme tersebut akan memanfaatkan gula sebagai nutrisi sehingga menghasilkan asam laktat. Menurut Marianski (2012), Fermentasi sayur asin membutuhkan waktu yang lama yaitu 2-3 minggu. Perlu adanya penambahan *starter* untuk mempercepat proses fermentasi, salah satunya dengan menambahkan yoghurt.

Yoghurt merupakan minuman fermentasi yang terbentuk karena adanya bakteri *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* dan *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* yang dapat memecah gula pada susu yaitu laktosa menjadi asam laktat (Widagdha, 2015). Yoghurt memiliki manfaat yang sangat baik bagi kesehatan tubuh, diantaranya kaya akan vitamin B, vitamin K2, vitamin C, serta enzim yang dapat melancarkan metabolisme tubuh. Selain itu yoghurt mengandung bakteri probiotik dan tinggi serat yang dapat melancarkan pencernaan. *Lactobacillus* dalam yoghurt memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi, sehingga dapat memberikan manfaat dengan menyediakan antioksidan alami yang aman dan efektif (Pereira, 2013). Penambahan yoghurt pada sayur asin diharapkan mampu mempercepat proses fermentasi.

Selain adanya yoghurt, penelitian *yoghurtkraut* kali ini dilakukan dengan penambahan gula. Menurut Nataliningsih (2016), fungsi gula dapat menjadi sumber energi bagi mikroba pada adaptasi, sehingga mikroba dapat beradaptasi secara cepat dan tumbuh dengan baik. Adanya penambahan gula ini diharapkan dapat memberikan nutrisi tambahan untuk bakteri asam laktat agar bakteri asam laktat dapat tumbuh dengan baik sehingga lama fermentasi dapat lebih cepat dan juga dapat memperbaiki cita rasa. Gula yang ditambahkan dengan jumlah takaran yang sesuai, dapat dijadikan sumber nutrisi bagi bakteri yang berperan. Namun, apabila gula ditambahkan secara berlebihan kedalam bahan pangan, dapat menurunkan *A_w* dari bahan pangan sehingga mikroorganisme dapat terhambat pertumbuhannya. Belum diketahui konsentrasi gula yang tepat untuk menghasilkan *yoghurtkraut* dengan karakteristik yang diinginkan. Selain itu, penggunaan jenis sawi yang berbeda yaitu sawi putih dan sawi hijau diduga dapat mempengaruhi karakteristik *yoghurtkraut*. Sayur sawi putih memiliki manfaat kandungan asam folat, magnesium, potassium, vitamin K, vitamin E, zat besi, dan vitamin C, sedangkan sawi hijau memiliki kandungan lebih dari sawi putih, karena Menurut USDA (2016) pada sawi hijau mengandung karbohidrat, protein, Ca, Fe, Mg, P, K, Na, thiamin, riboflavin, niacin, vitamin A, dan vitamin K lebih banyak di bandingkan dengan sawi putih. Tetapi belum terdapat penelitian tentang kombinasi konsentrasi gula dan jenis sawi yang tepat pada sayur asin yang ditambah dengan yoghurt (*yoghurtkraut*). Oleh karena itu, perlu adanya penelitian mengenai konsentrasi gula dan jenis sawi pada pembuatan *yoghurtkraut*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dikaji pada penelitian ini antara lain:

1. Apakah jenis sawi berpengaruh terhadap karakteristik *yoghurtkraut* yang dihasilkan?
2. Apakah penambahan konsentrasi gula dapat berpengaruh terhadap karakteristik *yoghurtkraut* yang dihasilkan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

Untuk mengetahui pengaruh jenis sawi terhadap karakteristik *yoghurtkraut* yang dihasilkan. Selain itu untuk mengetahui pengaruh penambahan konsentrasi gula yang berbeda terhadap karakteristik fisik *yoghurtkraut*.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi terkait pengolahan sawi putih dan sawi hijau yang mampu meningkatkan nilai tambah sawi. Selain itu, untuk mendapatkan produk *yoghurtkraut* sawi dengan cita rasa yang dapat diterima oleh masyarakat.

1.5 Hipotesis

Diduga bahwa jenis sawi yang berbeda akan mempengaruhi karakteristik *yoghurtkraut* yang dihasilkan. Selain itu, penambahan konsentrasi gula yang berbeda dapat mempengaruhi karakteristik *yoghurtkraut*.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sawi Hijau (*Brassica rapa* L.)



Gambar 2.1 Sawi Hijau (googleimages.com)

Pakcoy (*Brassica rapa*) atau sawi hijau adalah jenis tanaman sayur-sayuran yang termasuk keluarga *Brassicaceae*. Tumbuhan pakcoy berasal dari China dan telah dibudidayakan setelah abad ke-5 secara luas di China selatan dan China pusat serta Taiwan. Sayuran ini merupakan introduksi baru di Jepang dan masih sefamili dengan *Chinese vegetable*. Saat ini pakcoy dikembangkan secara luas di Filipina dan Malaysia, di Indonesia dan Thailand (Adiwilaga 2010). Tanaman ini memiliki daun yang bertangkai, daun berbentuk agak oval berwarna hijau tua dan mengkilap, tidak membentuk kepala, tumbuh agak tegak atau setengah mendatar. Tangkai daun berwarna putih atau hijau muda, gemuk dan tinggi tanaman dapat mencapai 15-30 cm. Pakcoy kaya akan kandungan vitamin A, E, dan K untuk kesehatan. Sementara itu, vitamin K berkhasiat untuk membantu proses pembekuan darah dan vitamin E yang baik untuk kesehatan kulit (Prastio, 2015).

Tanaman sawi tahan terhadap air hujan, sehingga dapat ditanam sepanjang tahun. Pada musim kemarau yang perlu diperhatikan adalah penyiraman secara teratur, tanaman ini cocok bila di tanam pada akhir musim penghujan. Daerah penanaman yang cocok untuk sawi hijau adalah mulai dari ketinggian 5 m sampai dengan 1.200 m di atas permukaan laut. Namun biasanya dibudidayakan pada daerah yang mempunyai ketinggian 100 m sampai 500 m di atas permukaan laut. Klasifikasi tanaman sawi hijau dapat dijabarkan sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae (Tumbuhan);*
 Divisi : *Spermatophyta;*
 Subdivisi : *Angiospermae;*
 Kelas : *Dicotyledone;*
 Ordo : *Rhoeadales (Brassicales);*
 Famili : *Cruciferae6 (Brassicaceae);*
 Genus : *Brassica serta*
 Spesies : *Brassica rapa l. Subsp. Perviridis Bayley*

Sawi hijau merupakan bahan pangan yang mengandung zat-zat gizi yang cukup lengkap sehingga apabila dikonsumsi sangat baik untuk mempertahankan kesehatan tubuh. Sawi hijau merupakan sayuran yang bermanfaat untuk membantu mencegah dari terserangnya penyakit kanker, hal ini disebabkan karena dalam sawi hijau mengandung senyawa fitokimia khususnya glukosinolat yang cukup tinggi. Dengan rutin mengonsumsi sawi hijau mampu menurunkan resiko terserangnya kanker prostat. Kandungan gizi sawi hijau (*Brassica rapa l. Subsp. Perviridis Bayley*) setiap 100 g dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1. Kandungan Gizi Sawi Hijau setiap 100 gr bahan segar

No	Komposisi Gizi	Jumlah
1	Protein (g)	2,3
2	Lemak (g)	0,4
3	Karbohidrat (g)	4,0
4	Kalsium (mg)	220
5	Fosfor (mg)	38,0
6	Besi (mg)	2,9
7	Vitamin A (mg)	1.940,0
8	Vitamin B (mg)	0,09
9	Vitamin C (mg)	102
10	Energi (kal)	22,0
11	Serat (g)	0,7
12	Air (g)	92,2
13	Natrium (mg)	20,0

(Sumber: Direktorat Gizi, Departemen Kesehatan RI, 2012)

2.2 Sawi Putih (*Brassica juncea* L.)



Gambar 2.2 Sawi Putih (googleimages.com)

Tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) merupakan salah satu jenis sayuran daun umumnya dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Sawi sangat berpotensi sebagai penyedia unsur-unsur mineral penting yang dibutuhkan oleh tubuh karena memiliki nilai gizi yang tinggi. Sawi terdiri dari dua macam, yaitu sawi putih dan sawi hijau. Sawi memiliki kegunaan untuk mencegah kanker, hipertensi, penyakit jantung, membantu kesehatan sistem pencernaan, mencegah dan mengobati penyakit pellagra, serta menghindarkan ibu hamil dari anemia. Tanaman sawi umumnya dapat ditanam di dataran tinggi maupun di dataran rendah. Sawi termasuk tanaman sayuran yang tahan terhadap hujan. Sehingga sawi dapat ditanam di sepanjang tahun, asalkan pada saat musim kemarau disediakan air yang cukup untuk penyiraman. Keadaan tanah yang dikehendaki adalah tanah gembur, banyak mengandung humus, dan drainase baik dengan derajat keasaman (pH) 6-7 (Fuad, 2010).

Klasifikasi tanaman sawi putih adalah sebagai berikut :

<i>Divisi</i>	: <i>Spermatophyta</i> (tanaman berbiji)
<i>Sub Divisi</i>	: <i>Angiospermae</i> (biji berada didalam buah)
<i>Kelas</i>	: <i>Dicotyledonae</i> (biji berkeping dua atau biji belah)
<i>Ordo</i>	: <i>Rhoeadales</i> (<i>Brassicales</i>)
<i>Famili</i>	: <i>Cruciferae</i> (<i>Brassicaceae</i>)
<i>Genus</i>	: <i>Brassica</i>
<i>Spesies</i>	: <i>Brassica pekinensia</i> L

Sawi putih merupakan tanaman sawi yang paling banyak dikonsumsi oleh masyarakat, karena mempunyai rasa yang paling enak di antara sawi jenis lainnya. Tanaman ini dibudidayakan di tempat yang kering. Sawi jenis ini apabila sudah dewasa mempunyai daun yang lebar dan berwarna hijau tua. Tangkainya panjang, tetapi lemas dan halus (Fuad, 2010).

Tabel 2.2. Komposisi Gizi Sawi Putih tiap 100 gram bahan segar.

Komposisi Gizi	Sawi Putih
Kalori (kal)	21
Lemak (g)	0,3
Protein (g)	1,8
Karbohidrat (g)	3,9
Serat (g)	0,7
Abu (g)	0,9
Fosfor (g)	33
Zat Besi (mg)	4,4
Natrium (mg)	20
Kalium (mg)	323
Vitamin A (S.I)	3.600
Kalsium (mg)	147
Vitamin C (mg)	74
Niacin (mg)	1

Sumber : Rukmana (1994)

2.3 Fermentasi Sayuran

Fermentasi merupakan perubahan atau pemecahan yang terjadi pada bahan organik dengan bantuan mikroorganisme yang sesuai, dan kontak langsung dengan substrat atau bahan pangan. Proses fermentasi ini akan mengakibatkan perubahan kimia maupun fisik pada bahan pangan (Dahlan dan Handono, 2005). Perubahan kimia yang terjadi adalah merubah gula menjadi asam laktat, sedang perubahan fisik yang terjadi adalah bahan pangan menjadi lebih mudah dicerna. Bakteri asam laktat yang aktif dalam fermentasi adalah *Leuconostoc mesenteroides*, *Pediococcus cereviceae*, *Laktobacillus plantarum* dan *Laktobacillus brevis* (Nataliningsih, 2016).

Fermentasi pada pembuatan sayur asin merupakan fermentasi spontan, karena tidak dilakukan penambahan mikroorganisme tertentu secara sengaja.

Mikroorganisme yang muncul dapat berasal dari permukaan sawi pahit, udara, bahan perendam, peralatan, atau bahan-bahan lain yang digunakan. Mikroorganisme yang terlibat dalam fermentasi sawi asin biasanya didominasi oleh bakteri asam laktat (BAL). Hal ini berkaitan dengan kemampuan bakteri asam laktat dalam menggunakan berbagai macam gula, menghasilkan asam laktat dan berbagai jenis asam lainnya (Hutkins, 2006). Walau awalnya terjadi secara tidak disengaja, fermentasi sayuran dapat mengawetkan sayuran tersebut dan menghasilkan produk dengan aroma dan cita rasa yang khas. Pada proses fermentasi, bakteri asam laktat anaerobik yang berperan ialah *Lactobacillus brevis*, *Pediococcus cereviceae*, dan *Lactobacillus plantarum*. Kondisi lingkungan, jumlah dan jenis mikroorganisme, kebersihan, konsentrasi dan distribusi garam, suhu dan penutupan akan sangat menentukan berlangsungnya proses fermentasi. Menurut Pradani (2009), faktor-faktor lingkungan yang penting dalam fermentasi sayuran adalah :

1. Terciptanya keadaan anaerobik
2. Penggunaan garam yang sesuai yang berfungsi untuk menyerap keluar cairan dan zat gizi dari sayur
3. Pengaturan suhu yang sesuai untuk fermentasi
4. Tersedianya bakteri asam laktat yang sesuai.

Kadar garam yang terlalu rendah (kurang dari 2,5%) mengakibatkan tumbuhnya bakteri proteolitik (bakteri yang menguraikan protein). Sedangkan konsentrasi garam lebih dari 10% akan memungkinkan tumbuhnya bakteri halofilik (bakteri yang menyukai kadar garam tinggi). Oleh karena itu, kadar garam harus dipertahankan selama proses fermentasi, karena garam menarik air dari jaringan sayuran, maka selama proses fermentasi secara periodik ditambahkan garam pada media fermentasi. Pada umumnya, kadar garam medium dinaikkan setiap minggu sampai tercapai produk yang baik. Kecepatan fermentasi turut dipengaruhi oleh kadar garam medium. Pada umumnya makin tinggi konsentrasi garam makin lambat proses fermentasi. Untuk fermentasi pendek sebaiknya digubakan larutan garam 2,5-10% agar laju fermentasi berkisar antar sedang dan cepat. Konsentrasi medium melebihi 20% tidak dianjurkan, karena menghasilkan produk yang keriput dan menyebabkan bakteri yang

tumbuh adalah bakteri halofilik atau bahkan fermentasi tidak berlangsung (Pradani, 2009).

Manfaat yang didapat pada saat mengonsumsi sayuran fermentasi adalah sebagai berikut:

1. Mudah dicerna, proses fermentasi membantu pemecahan dari zat gizi menjadi bentuk yang lebih mudah dicerna.
2. Meningkatkan nilai gizi makanan, proses fermentasi juga membantu pemecahan dari zat gizi pada sayuran yang sulit diproses oleh sistem pencernaan sehingga memudahkan penyerapan dan meningkatkan nilai gizinya, diantaranya vitamin B, vitamin K, vitamin D dan kalsium.
3. Menyehatkan sistem pencernaan dan usus, proses fermentasi juga meningkatkan jumlah mikroorganisme atau probiotik seperti *Lactobacillus* yang membantu “mikroflora baik” pada usus sehingga dapat meningkatkan kesehatan usus. Ketidakseimbangan bakteri dalam usus dapat menyebabkan intoleransi laktosa, intoleransi gluten, infeksi jamur, alergi, bahkan asma. Oleh karena itu, tambahan bakteri baik sangat diperlukan oleh tubuh.
4. Baik untuk penderita diabetes, makanan fermentasi dapat meningkatkan fungsi pankreas. Selain itu, karbohidrat pada makanan fermentasi sudah dicerna sehingga baik untuk penderita diabetes.

Faktor penting yang perlu diperhatikan pada proses fermentasi *sauerkraut* adalah suhu, konsentrasi garam, dan kebersihan lingkungan. Suhu berpengaruh pada proses fermentasi karena pada suhu rendah 7,5°C, fermentasi akan berjalan dengan sangat lambat. *L. mesenteroides* tumbuh dengan lambat untuk mencapai tingkat keasaman 0,8% dalam waktu sekitar 10 hari. Keasaman sangat penting karena berperan sebagai pengawet. *Lactobacillus* dan *Pediococcus* tidak dapat tumbuh baik pada suhu yang rendah. Apabila suhu yang digunakan terlalu rendah, *sauerkraut* tidak dapat terfermentasi sepenuhnya selama 6 bulan atau lebih atau sampai mendapatkan suhu yang sesuai untuk pertumbuhan bakteri penghasil asam (laktat) (Pradani, 2009).

2.4 Sayur Asin



Gambar 2.3 Sayur Asin (googleimages.com)

Sayur asin adalah salah satu makanan yang berasal dari Indonesia, dimana dalam pembuatannya melalui proses fermentasi bakteri asam laktat. Pada pembuatan sayur asin, garam sangat mempengaruhi aktivitas air (aw) dari bahan sehingga dapat mengendalikan pertumbuhan mikroorganisme. Perendaman sayuran dalam larutan garam akan menyebabkan tumbuhnya mikroorganisme dari golongan bakteri yakni *Lactobacillus plantarum*. Hampir semua sayuran dapat mengalami fermentasi bertipe asam laktat, yang biasanya dilakukan oleh berbagai jenis *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, serta *Pediococcus*. Organisme ini mengubah gula yang terdapat pada sayuran terutama menjadi asam laktat yang membatasi pertumbuhan organisme lain (Utama *et al.*, 2013). Bakteri yang aktif dalam awal pembentukan fermentasi merupakan bakteri coliform seperti *Aerobacter cloacae*, dimana bakteri tersebut dapat menghasilkan gas dan asam-asam yang mudah menguap dan pada kondisi tersebut aktif pula bakteri *Flavobacterium rhenanus*, yang menghasilkan senyawa-senyawa pembentuk cita rasa yaitu kombinasi dari asam dan alkohol pembentuk ester. Pada umumnya, fermentasi dilakukan dalam keadaan anaerob, namun jika dalam wadah fermentasi terdapat udara, akan mengakibatkan terjadinya proses pembusukan pada sayur asin. Kelebihan sayur asin di antaranya adalah untuk mencegah gangguan pencernaan. Tahapan dalam pembuatan sayur asin diantaranya: sortasi, pencucian, pelayuan, peremasan, pengisian dalam wadah, penutupan, dan fermentasi (Pradani, 2009).

2.5 Bakteri Asam Laktat



Gambar 2.4 Bakteri Asam Laktat (googleimages.com)

Bakteri Asam Laktat (BAL) adalah kelompok bakteri yang mampu mengubah karbohidrat (glukosa) menjadi asam laktat. Efek bakterisidal (zat yang bersifat membunuh bakteri) dari asam laktat berkaitan dengan penurunan pH lingkungan menjadi 3 sampai 4,5 sehingga pertumbuhan bakteri lain termasuk bakteri pembusuk akan terhambat. Efektivitas BAL dalam menghambat bakteri pembusuk dipengaruhi oleh kepadatan BAL, strain BAL, dan komposisi media. Selain itu, produksi substansi penghambat dari BAL dipengaruhi oleh media pertumbuhan, pH, dan temperature atau suhu lingkungan (Amin, 2001). Berkaitan tentang manfaat, sebagian bakteri asam laktat berpotensi memberikan dampak positif bagi kesehatan dan nutrisi manusia, beberapa di antaranya adalah meningkatkan nilai nutrisi makanan, mengontrol infeksi pada usus, meningkatkan digesti (pencernaan) laktosa, mengendalikan beberapa tipe kanker, dan mengendalikan tingkat serum kolesterol dalam darah. Sebagian keuntungan tersebut merupakan hasil dari pertumbuhan dan aksi bakteri selama pengolahan makanan, sedangkan sebagian lainnya hasil dari pertumbuhan beberapa BAL di dalam saluran usus saat mencerna makanan yang mengandung BAL sendiri. Bakteri asam laktat dapat menghambat pertumbuhan bakteri lain dengan memproduksi protein yang disebut bakteriosin (Routray dan Mishra, 2011).

Beberapa jenis bakteri asam laktat yang penting adalah :

1. *Streptococcus thermophilus*, *Streptococcus lactis* dan *Streptococcus cremoris*. Semuanya ini adalah bakteri gram positif, berbentuk bulat (coccus) yang terdapat sebagai rantai dan semuanya mempunyai nilai ekonomis penting dalam industri susu.

2. *Pediococcus cerevisiae*. Bakteri ini adalah gram positif berbentuk bulat, khususnya terdapat berpasangan atau berempat (tetrads). Walaupun jenis ini tercatat sebagai perusak bir dan anggur, bakteri ini berperan penting dalam fermentasi daging dan sayuran.
3. *Leuconostoc mesenteroides*, *Leuconostoc dextranicum*. Bakteri ini adalah gram positif berbentuk bulat yang terdapat secara berpasangan atau rantai pendek. Bakteri-bakteri ini berperan dalam perusakan larutan gula dengan produksi pertumbuhan dekstran berlendir. Walaupun demikian, bakteri-bakteri ini merupakan jenis yang penting dalam 18 permulaan fermentasi sayuran dan juga ditemukan dalam sari buah, anggur, dan bahan pangan lainnya.
4. *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus delbrueckii*. Organisme-organisme ini adalah bakteri berbentuk batang, gram positif dan sering berbentuk pasangan dan rantai dari sel-selnya. Jenis ini umumnya lebih tahan terhadap keadaan asam dari pada jenis-jenis *Pediococcus* atau *Streptococcus* dan oleh karenanya menjadi lebih banyak terdapat pada tahapan terakhir dari fermentasi tipe asam laktat yang penting dalam fermentasi susu dan sayuran (Pradani, 2009).

BAL dibagi kedalam dua kelompok yaitu homofermentatif dan heterofermentatif. Bakteri asam laktat homofermentatif mengoksidasi glukosa menjadi 2 piruvat melalui jalur EMP. Pada jalur itu menghasilkan 4 ATP + NADH yang dipakai untuk mereduksi piruvat menjadi asam laktat. Menurut Amin (2001), pada fermentasi heterofermentatif menghasilkan mayoritas asam laktat kurang dari 90 persen dengan sedikit produk samping, yaitu gliserol, etanol, asam asetat, asam formiat, dan CO₂. Bakteri asam laktat heterofermentatif menghasilkan asam laktat dan produk fermentasi lainnya (kebanyakan etanol) dengan rasio yang seimbang. Hal itu karena mereka mengoksidasi glukosa menjadi piruvat dan asetil KoA melalui jalur HMP.

2.6 Yoghurt



Gambar 2.5 Yoghurt (googleimages.com)

Yoghurt adalah susu yang dibuat melalui fermentasi bakteri. Produk yoghurt pada umumnya diproduksi dari susu sapi, susu kedelai sebagai sumber protein nabati dapat menjadi alternatif untuk pembuatan yoghurt (Zainuddin, 2014). Yoghurt umumnya mengandung paling sedikit 3,25% lemak susu dan 8,25% padatan non lemak. Yoghurt dapat dibuat rendah lemak (lemak susu 0,5-2,%) atau tanpa lemak (lemak susu kurang dari 0,5%) (Routray dan Mishra, 2011). Dalam pembuatan yoghurt, starter yang ditambahkan umumnya mengandung bakteri *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* dengan perbandingan yang sama (1:1).

Rasio antara *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* 1:1 menghasilkan sifat dan aroma yoghurt yang paling baik (Ghadge et al., 2008). Kedua spesies ini bersifat *mutual synergism* (Masato et al., 2008). Menurut Yunita (2011) aktifitas proteolitik *Streptococcus thermophilus* menghasilkan asam formiat yang dapat merangsang pertumbuhan *Lactobacillus bulgaricus*. Selanjutnya *Lactobacillus bulgaricus* menghasilkan asam amino glisin dan histidin yang dibutuhkan oleh *Streptococcus thermophilus*. Aroma asam yang kuat terjadi jika *Lactobacillus bulgaricus* mendominasi atau jumlah starter yang digunakan berlebihan. Akan tetapi aktifitas dari kedua jenis bakteri tersebut belum tentu sama untuk pembuatan yoghurt mengingat kandungan laktosanya yang rendah yaitu hanya berasal dari susu skim yang ditambahkan.

Manfaat yoghurt yang dikenal selama ini adalah pengaruh positifnya terhadap proses pencernaan. Namun, tidak sedikit pula masyarakat yang menyukai yoghurt, karena bentuk penyajian dalam rasa dan warna buah buahan seringkali menimbulkan keraguan pada sisi keamanan produk. Disamping itu, pola pikir konsumen yang cenderung pada pengaruh manfaat

produk secara komprehensif mengakibatkan diperlukannya suatu bentuk introduksi bahan alami yang dapat mengatasi masalah tersebut.

Berdasarkan komposisinya, yoghurt dibedakan menjadi yoghurt berkadar lemak penuh dengan kandungan lemak di atas 3,0 %, yoghurt berkadar lemak medium kandungan lemaknya 0,5-3,0%, dan yoghurt berkadar lemak rendah bila kandungan lemaknya kurang dari 0,5%. Sedangkan metode pembuatannya, jenis yoghurt dibagi menjadi dua, yaitu set yoghurt dan stirred yoghurt. Bila fermentasi atau inkubasi susu dilakukan dalam kemasan kecil sehingga gumpalan susu yang terbentuk tetap utuh dan tidak berubah sewaktu akan didinginkan atau sampai siap konsumsi, maka produk tersebut disebut set yoghurt. Sedangkan stirred yoghurt fermentasinya dalam wadah yang besar setelah fermentasi selesai, produk dikemas dalam kemasan kecil, sehingga gumpalan susu dapat berubah atau pecah sebelum pengemasan dan pendinginan selesai (Tamine dan Robinson, 1999). Kandungan protein, lemak dan mineral hampir sama dengan kandungan susu semula. Beberapa vitamin seperti A, B2, B3, biotin dan asam folat justru meningkat. Vitamin dan mineral pun menjadi lebih mudah diserap. Bagi penderita *lactose intolerance*, laktosa (gula susu) menyebabkan stress pada usus, dimana usus tidak mampu menghasilkan enzim laktase yang cukup untuk merubah laktosa menjadi glukosa dan galaktosa. Disebabkan karena rendahnya kadar laktosa pada yoghurt, sehingga yoghurt lebih dapat diterima (mudah dicerna) bagi penderita *lactose intolerance* (alergi gula susu).

Yoghurt yang baik memiliki tekstur yang lembut seperti bubur, tidak terlalu encer dan tidak pula terlalu padat (Legowo, 2002). Menurut Gilliland (1985) beberapa faktor yang mempengaruhi tekstur yoghurt adalah perlakuan pada susu sebelum diinokulasikan, ketersediaan nutrisi, bahan-bahan pendorong, produksi metabolis oleh lactobacilli, interaksi dengan bakteri biakan lainnya, penanganan bakteri sebelum digunakan dan juga ada atau tidaknya antibiotika dalam susu. Tekstur yoghurt susu kerbau adalah yang paling padat dikarenakan susu kerbau memiliki kandungan lemak yang lebih tinggi dibandingkan jenis susu lainnya. Penelitian tentang yoghurt telah banyak dilakukan dari berbagai jenis susu, dengan mengukur temperatur selama masa inkubasi dan jenis susu pada warna yoghurt. Oleh karena itu, faktor perlakuan yang berbeda terhadap jenis susu menghasilkan perbedaan yang variatif (Eckles, 1980).

2.7 Garam



Gambar 2.6 Garam (googleimages.com)

Fungsi garam menurut Apriantono (2004), adalah sebagai garam yang menarik air dari jaringan bahan sehingga akan merupakan media yang baik bagi pertumbuhan bakteri asam laktat, timbulnya asam laktat akan menghambat timbulnya bakteri perusak yang merugikan. Konsentrasi garam yang digunakan dalam fermentasi asam laktat mempengaruhi jenis mikroorganisme yang tumbuh. Bila konsentrasi garam kurang dari 5%, maka bakteri proteolitik dapat tumbuh yang menyebabkan peruraian protein yang ditandai adanya aroma busuk. Sedangkan bila konsentrasi garam lebih dari 15% maka dapat menghambat pertumbuhan bakteri asam laktat dan membiarkan bakteri halofilik tumbuh sehingga proses fermentasi menjadi gagal. Penggaraman meliputi dua tujuan utama yaitu menyebabkan suatu ketidakseimbangan osmotik yang mengakibatkan pelepasan air dan nutrisi dari sawi. Cairan yang keluar adalah suatu medium pertumbuhan sempurna untuk jasad renik yang melibatkan fermentasi sehingga kaya akan gula dan faktor pertumbuhan. Tujuan yang kedua yaitu penggunaan garam dalam konsentrasi tertentu dapat menghalangi pertumbuhan dari banyak organisme pembusuk dan patogen (Nataliningsih, 2016). Pembuatan garam dapat dilakukan dengan beberapa kategori berdasarkan perbedaan kandungan NaCl nya sebagai unsur utama garam. Jenis garam dapat dibagi dalam beberapa kategori seperti; kategori baik sekali, baik dan sedang. Dikatakan berkisar baik sekali jika mengandung kadar NaCl >95%, baik kadar NaCl 90–95%, dan sedang kadar NaCl antara 80–90% tetapi yang diutamakan adalah yang kandungan garamnya di atas 95% (Purbani, 2001).

2.8 Gula



Gambar 2.7 Gula (googleimages.com)

Gula yang terdapat dalam bahan makanan berbentuk glukosa akan dirubah oleh mikroba menjadi asam laktat. Kandungan gula yang rendah dari bahan mengakibatkan proses fermentasi berjalan lambat, penambahan gula dari luar dilakukan jika kandungan gula bahan sangat rendah. Gula merupakan sumber energi bagi mikroba, penambahan pada awal fermentasi membantu menyediakan energi bagi mikroba pada masa adaptasi sehingga dapat segera tumbuh, dan mikroba yang merugikan terseleksi (Nataliningsih, 2016). Menurut Darwin (2013), gula adalah suatu karbohidrat sederhana karena dapat larut dalam air dan langsung diserap tubuh untuk diubah menjadi energi. Gula pasir merupakan jenis disakarida yang terdiri atas glukosa dan fruktosa yang membentuk ikatan glikosidik. Gula pasir berasal dari cairan sari tebu yang akan mengalami kristalisasi dan berubah menjadi butiran gula berwarna putih bersih atau putih agak kecoklatan (*raw sugar*). Karena ukuran butirannya seperti pasir, gula jenis ini sering disebut gula pasir (Winarno, 2004). Proses untuk menghasilkan gula mencakup tahap ekstraksi (pemerasan) diikuti dengan pemurnian melalui distilasi (penyulingan) (Winarno, 2004). Pada umumnya, penambahan gula pasir pada makanan berfungsi untuk membentuk tekstur dan struktur tertentu pada makanan, memberikan warna, sebagai pengawet alami, dan juga memberikan rasa manis pada makanan (McCarthy, 2012).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan mulai bulan Januari 2017 sampai bulan April 2017 di Laboratorium Teknologi Pengolahan Pangan, Laboratorium Mikrobiologi Pangan dan Laboratorium Biokimia dan Analisis Pangan Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam pembuatan Sayur asin adalah toples kaca kedap udara 750 mL, timbangan digital (Metler Denver AA 200) dan pH meter (CG 824 SHCOTT). Alat yang digunakan untuk analisis adalah pH meter (CG 824 SHCOTT), spektrofotometer (Unico, UV-2100 Spectrophotometer), timbangan digital (Metler Denver AA 200), buret (pyrex), buret clamb, enlemeyer (pyrex), spatula besi, pengaduk kaca, mikropipet, corong kaca, inkubator, cawan petri, tabung reaksi, ose, bunsen, pipet, labu ukur, vortex, kuvet dan statif.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan sayur asin adalah sawi daging (*Brassica rapa L.*) yang didapat dari pasar dinoyo, sawi putih (*Brassica juncea L.*) yang didapat dari pasar dinoyo, yoghurt (King's natural flavor) yang didapat dari *hypermart*, garam (cap Kapal), dan gula. Bahan kimia yang digunakan untuk analisis yaitu buffer pH 4 (PA), buffer pH 7 (PA), aquades, serbuk DPPH 0,2 nM, indicator PP (PA), media agar, methanol dan NaOH 0,1N, alkohol 70%, aluminium foil, dan plastic wrap.

3.3 Metodologi Penelitian

1. Rancangan Percobaan

Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 2 faktor yaitu penambahan gula yang terdiri dari 4 level (0%, 2%, 4%, dan 6%) dan jenis sawi yang terdiri dari 2 jenis (sawi hijau dan sawi putih) sehingga diperoleh 8 kombinasi perlakuan masing-masing diulang sebanyak 3 kali dan didapatkan 24 satuan percobaan.

Faktor I = Penambahan Gula (G)

G1 = gula 0% (tanpa gula)

G2 = gula 2%

G3 = gula 4%

G4 = gula 6%

Faktor II = Jenis Sawi (S)

S1 = Sawi Putih

S2 = Sawi Hijau

Tabel 3.3 Kombinasi Perlakuan Dua Faktor

Penambahan Gula (G)	Jenis Sawi (S)	
	K1	K2
G1	G1K1	G1K2
G2	G2K1	G2K2
G3	G3K1	G3K2
G4	G4K1	G4K2

Dari kedua faktor tersebut maka diperoleh kombinasi sebagai berikut:

G1K1 : Kombinasi penambahan gula 0% dengan jenis sawi putih

G1K2 : Kombinasi penambahan gula 0% dengan jenis sawi hijau

G2K1 : Kombinasi penambahan gula 2% dengan jenis sawi putih

G2K2 : Kombinasi penambahan gula 2% dengan jenis sawi hijau

G3K1 : Kombinasi penambahan gula 4% dengan jenis sawi putih

G3K2 : Kombinasi penambahan gula 4% dengan jenis sawi hijau

G4K1 : Kombinasi penambahan gula 6% dengan jenis sawi putih

G4K2 : Kombinasi penambahan gula 6% dengan jenis sawi hijau

3.4 Pelaksanaan Penelitian

1. Pembuatan sayur asin

- Persiapan bahan baku untuk masing-masing jenis sawi segar yang akan digunakan yaitu sawi daging (*Brassica rapa L.*) dan sawi putih (*Brassica juncea L.*), dengan dilakukan penyortiran dan pemotongan pada bonggol sayur asin untuk memisahkan antara daun yang satu dengan yang

lainnya, kemudian dilakukan pencucian dengan air mengalir. Setelah itu dilakukan penirisan agar air yang menepel pada sayuran dapat berkurang untuk meminimalisir kontaminasi.

- b. Dilakukan penimbangan dari masing-masing jenis sawi daging (*Brassica rapa L.*) dan sawi putih (*Brassica juncea L.*) sebanyak 200 gram dengan menggunakan timbangan digital (Metler Denver AA 200).
- c. Garam ditambahkan sebanyak 2% dari berat masing-masing sawi. Kemudian ditambahkan yoghurt sebesar 4% dan gula 0%, 2%, 4% : 6% dari berat masing-masing sawi sebagai variabel.
- d. Dilakukan peremasan pada masing-masing sawi yang telah ditambahkan garam, yoghurt dan gula.
- e. Dianalisa pH dengan menggunakan pH meter meter (CG 824 SHCOTT).
- f. Setelah itu dimasukkan ke dalam toples kaca dan di berikan sedikit tekanan agar tidak terbentuk rongga udara sehingga tidak terjadi kebusukan.
- g. Pemberat plastik yang telah diisi air di masukkan kedalam masing-masing toples untuk mencegah terjadi keluar masuknya udara.
- h. Toples di tutup rapat dan dilapisi dengan plastic wrap.
- i. Disimpan pada suhu ruang selama 4hari

2. Analisa Pengujian

Tahap ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik fisik, kimia dan organoleptic dari masing-masing toples sayur asin. Pengujian ini dilakukan dengan cara :

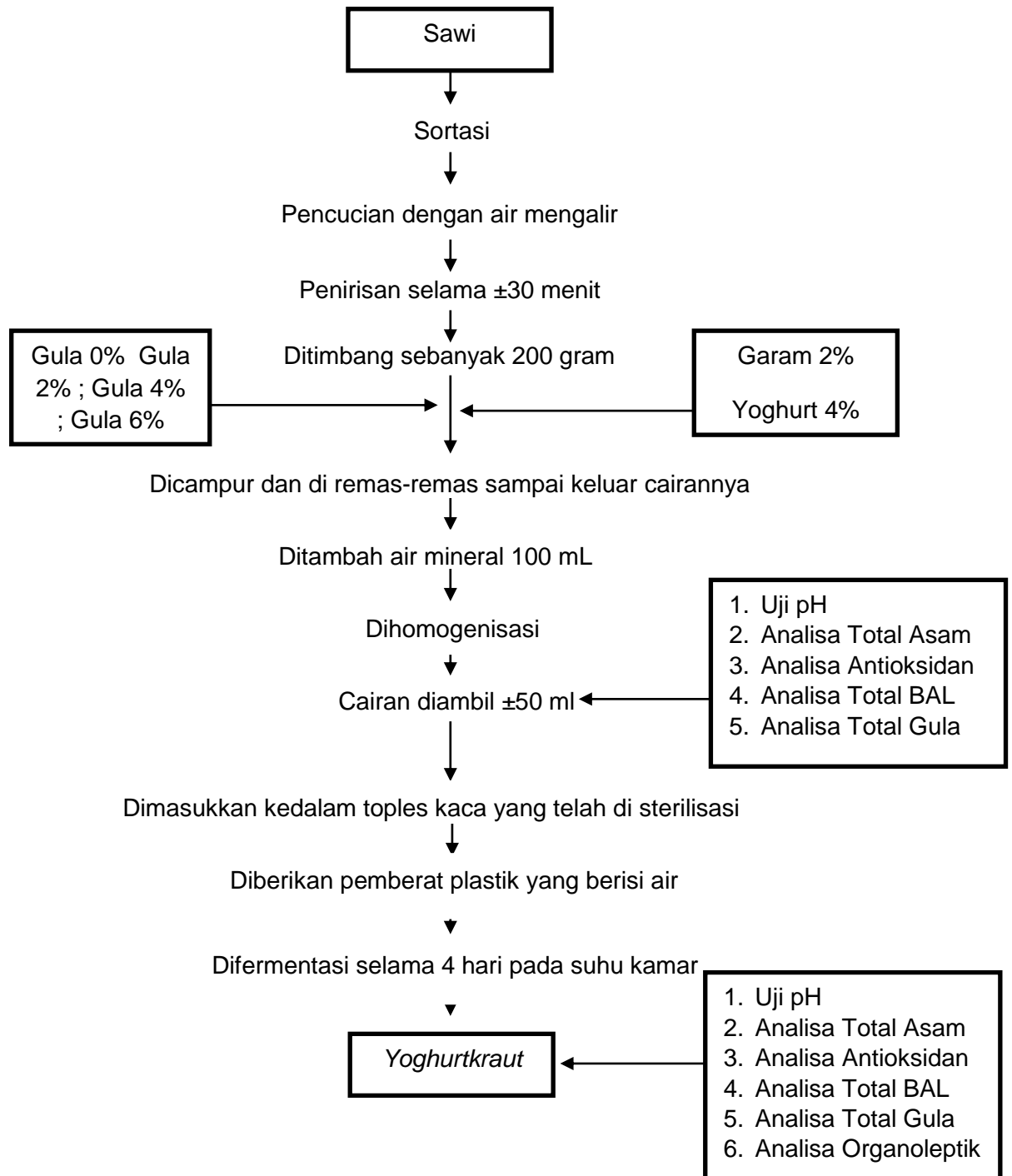
- a. Analisa pH (Apriantono, 1989)
- b. Analisa total asam (AOAC, 1995)
- c. Analisa antioksidan dengan metode DPPH (Hartono, 2003)
- d. Analisa total mikroba
- e. Uji organoleptik (teksture, rasa dan aroma) (Rahayu, 2001)
- f. Analisa total gula

3.5 Analisa Data

Data akan dianalisis dengan metode analisis ragam ANOVA (*Analysis of Variance*). Apabila beda nyata dan jika ada interaksi antara kedua faktor maka dilanjutkan dengan metode DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) dengan selang kepercayaan 5%

3.6 Diagram Alir Penelitian

Diagram Alir Pembuatan *Yoghurtkraut*



Gambar 3.6 Diagram Alir Pembuatan *Yoghurtkraut*

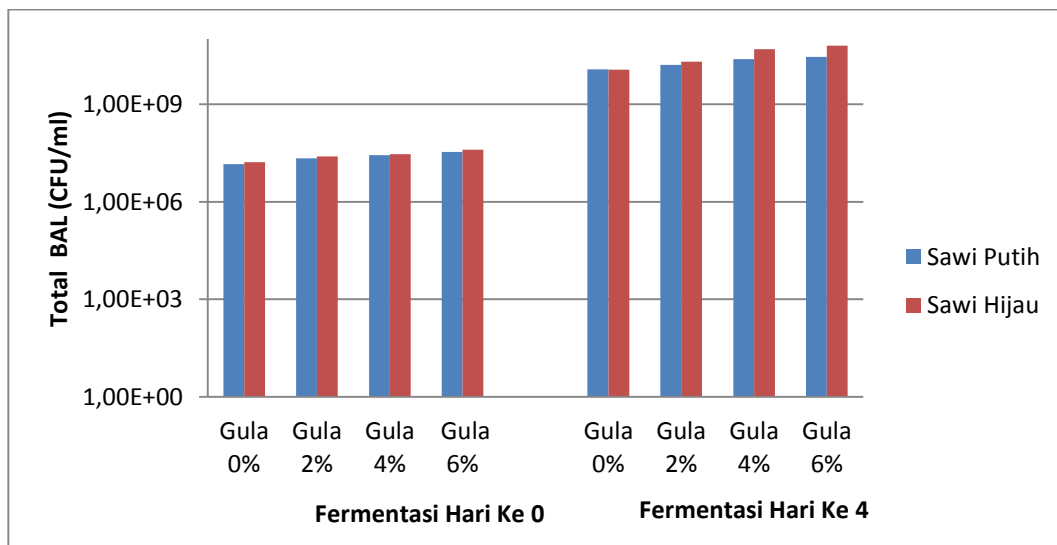
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perubahan Mikrobiologi dan Kimiawi *Yoghurtkraut* Selama 4 Hari Fermentasi

Analisa mikrobiologi dan kimiawi pada produk *yoghurtkraut* dilakukan untuk mengetahui perubahan yang terjadi baik mikrobiologi maupun kimiawi. Analisa yang dilakukan adalah analisa total bakteri asam laktat, total asam, derajat keasaman (pH), aktivitas antioksidan, dan kadar gula.

4.1.1 Analisa Total Bakteri Asam Laktat (BAL)

Analisa total BAL dilakukan untuk mengetahui jumlah BAL pada produk *yoghurtkraut* sebelum dan setelah fermentasi. Rerata total BAL yang didapatkan dari produk *yoghurtkraut* dengan penambahan gula yaitu pada hari ke-0 berkisar antara $1,4 \times 10^7$ CFU/ml sampai $4,0 \times 10^7$ CFU/ml, kemudian pada hari ke 4 yaitu berkisar antara $1,18 \times 10^{10}$ CFU/ml sampai $6,23 \times 10^{10}$ CFU/ml. Perubahan nilai total bakteri dapat dilihat pada **Gambar 4.1**.



Gambar 4.1 Pengaruh Jenis Sawi Dan Penambahan Gula Terhadap Total Bakteri Asam Laktat pada *Yoghurtkraut* selama Fermentasi

Berdasarkan **Gambar 4.1** dapat diketahui bahwa produk *yoghurtkraut* mengalami peningkatan nilai total BAL akibat adanya proses fermentasi. Hal ini membuktikan bahwa proses fermentasi mampu meningkatkan nilai total BAL. Selain itu, perlakuan konsentrasi gula yang ditambahkan ke dalam *yoghurtkraut* juga mampu meningkatkan nilai total BAL. **Gambar 4.1** juga menunjukkan

peningkatan total BAL terendah terdapat pada *yoghurtkraut* tanpa adanya penambahan gula. Peningkatan total BAL tertinggi terdapat pada *yoghurtkraut* dengan penambahan gula 6%. Rerata nilai total BAL produk *yoghurtkraut* selama fermentasi dapat dilihat pada **Tabel 4.1**.

Tabel 4.1 Rerata nilai total bakteri asam laktat (BAL) pada *yoghurtkraut* akibat penambahan gula dan jenis sawi

Perlakuan		Waktu Fermentasi		Peningkatan
Jenis Sawi	Gula (%)	0 Hari (CFU/ml)	4 Hari (CFU/ml)	Total BAL* (CFU/ml)
Sawi Putih	0	$1,4 \times 10^7$	$1,18 \times 10^{10}$	$1,18 \times 10^{10}$
	2	$2,1 \times 10^7$	$1,61 \times 10^{10}$	$1,60 \times 10^{10}$
	4	$2,7 \times 10^7$	$2,42 \times 10^{10}$	$2,41 \times 10^{10}$
	6	$3,4 \times 10^7$	$2,83 \times 10^{10}$	$2,83 \times 10^{10}$
Sawi Hijau	0	$1,6 \times 10^7$	$1,16 \times 10^{10}$	$1,15 \times 10^{10}$
	2	$2,4 \times 10^7$	$2,01 \times 10^{10}$	$2,07 \times 10^{10}$
	4	$2,9 \times 10^7$	$4,90 \times 10^{10}$	$4,89 \times 10^{10}$
	6	$4,0 \times 10^7$	$6,23 \times 10^{10}$	$6,23 \times 10^{10}$

*Keterangan: Data merupakan rerata 3 kali ulangan

Pada **Tabel 4.1** dapat diketahui hampir semua jenis perlakuan mengalami peningkatan total BAL. Peningkatan nilai total BAL diduga dikarenakan adanya bakteri asam laktat yang memanfaatkan nutrisi yang tersedia selama fermentasi, yang kemudian diubah menjadi asam laktat serta energi untuk pertumbuhannya. Hal ini sesuai dengan Mitsuoaka, (1989) dalam Praswati, (2016), menyatakan bahwa selama pertumbuhan bakteri asam laktat akan memecah karbohidrat menjadi gula sederhana, protein menjadi asam amino dan peptida yang digunakan sebagai sumber nitrogen metabolisme dan pertumbuhan bakteri. Bakteri asam laktat akan menggunakan glukosa sebagai sumber karbon dalam proses metabolisme untuk menghasilkan energi (Dugas, 2000). Untuk mendapatkan energi, sukrosa dirombak dahulu menjadi glukosa dan fruktosa. Glukosa mengalami proses glikolisis hingga terbentuk menjadi asam piruvat. Pada kondisi anaerob, piruvat diubah menjadi asam laktat dan energi.

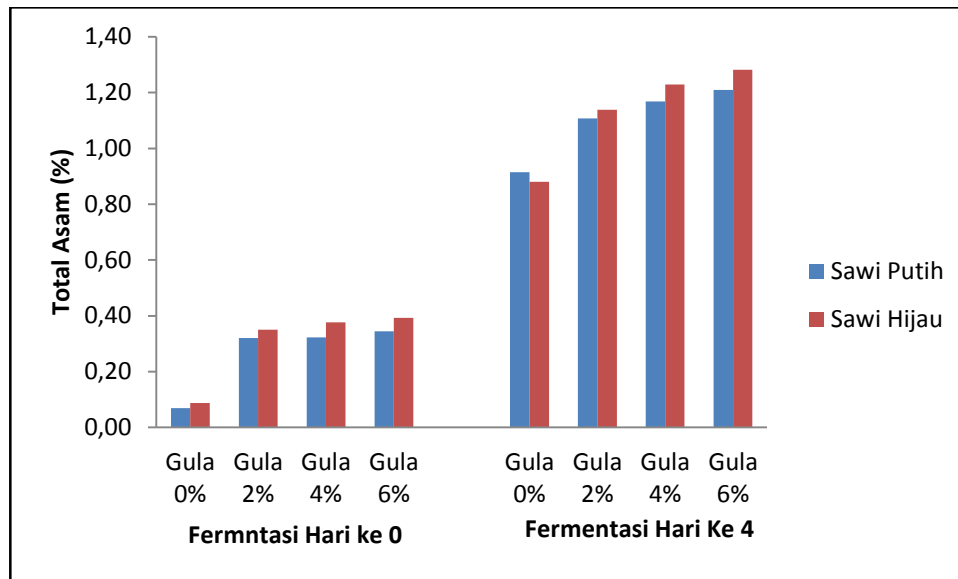
Adanya penambahan konsentrasi gula juga dapat membuat total BAL *yoghurtkraut* semakin tinggi. Peningkatan total BAL dengan penambahan gula 6% lebih tinggi dibandingkan tanpa penambahan gula. Sehingga dapat diartikan semakin tinggi konsentrasi gula yang ditambahkan, nilai total BAL akan semakin meningkat. Hal ini diduga gula yang terdapat pada media selama proses fermentasi dimanfaatkan oleh bakteri. Gula pada *yoghurtkraut* ini berfungsi sebagai sumber energi bagi bakteri untuk bertahan hidup selama fermentasi. Hal

ini sesuai dengan Gianti (2011), fungsi gula adalah merupakan sumber energi bagi mikroflora pada tahap adaptasi, sehingga mikroflora dapat beradaptasi secara cepat dan tumbuh dengan baik serta mikroba yang merugikan terseleksi. Hal ini sesuai dengan Rahmawati (2006), bakteri asam laktat memanfaatkan gula sebagai sumber energi, pertumbuhan dan menghasilkan metabolit berupa asam laktat selama proses fermentasi. Mikroba akan merombak senyawa karbon menjadi energi untuk pertumbuhan dan asam laktat sebagai metabolitnya. Mikroba membutuhkan gula untuk aktivitas metabolisme dan perkembangbiakan sel. Hal tersebut berkaitan dengan peningkatan jumlah sel bakteri, semakin banyak sel bakteri yang ada, maka gula akan semakin banyak digunakan untuk metabolisme sel. Peningkatan jumlah bakteri menyebabkan peningkatan perombakan senyawa gula yang ada pada medium menjadi asam-asam organik.

Peningkatan total BAL juga terjadi pada jenis sawi. Jenis sawi putih dan sawi hijau, keduanya sama-sama mengalami peningkatan total BAL. Namun, peningkatan total BAL sawi hijau lebih tinggi dibandingkan dengan sawi putih. Diduga peningkatan total BAL pada sawi hijau ini dikarenakan sawi hijau memiliki kandungan nutrisi yang baik dibandingkan sawi putih. Hal ini sesuai dengan pendapat Neelufar (2012), bahwa sawi hijau merupakan sayuran yang mengandung nutrisi yang lengkap seperti karbohidrat, serat larut dan tidak larut, dan senyawa lainnya yang dapat digunakan bakteri sebagai nutrisi untuk tumbuh. Menurut USDA (2016) pada sawi hijau mengandung karbohidrat, protein, Ca, Fe, Mg, P, K, Na, thiamin, riboflavin, niacin, vitamin A, dan vitamin K lebih banyak dibandingkan dengan sawi putih. Hal ini seiring dengan Kuwaki *et al.* (2012) bahwa bakteri asam laktat mampu mengubah gula-gula sederhana menjadi asam-asam organik selama proses fermentasi. Menurut Sundararaj *et al.*, (2004) nutrisi seperti unsur C, S dan unsur Na, juga dibutuhkan BAL untuk pembentukan komponen sel pada bakteri asam laktat. Kemudian ion K, Ca, Mg, Fe, Zn dimanfaatkan BAL untuk pertumbuhan. Menurut Surono (2004), BAL juga membutuhkan nutrisi seperti asam amino vitamin purin dan pirimidin untuk tumbuh. Gula akan memberi energi bagi proses metabolisme mikroorganisme, sedangkan protein, lemak, vitamin, asam-asam nukleat dan mineral sangat penting untuk sintesa zat penyusun sel (Ramadayantie, 2001).

4.1.2 Analisa Total Asam

Rerata total asam yang didapatkan dari *yoghurtkraut* dengan penambahan gula pada hari ke-0 berkisar antara 0,07% sampai 0,39%, kemudian *yoghurtkraut* yang difermentasi selama 4 hari berkisar antara 0,91% sampai 1,28%. Perubahan nilai total asam *yoghurtkraut* dengan penambahan gula dapat dilihat pada **Gambar 4.2**.



Gambar 4.2 Pengaruh Jenis Sawi Dan Penambahan Gula Terhadap Total Asam pada *Yoghurtkraut* selama Fermentasi

Berdasarkan **Gambar 4.2** menunjukkan bahwa nilai total asam *yoghurtkraut* cenderung mengalami peningkatan baik akibat adanya proses fermentasi. Hasil analisa ragam (ANOVA) dengan uji BNT menunjukkan bahwa penambahan gula memberikan pengaruh yang nyata terhadap peningkatan total asam *yoghurtkraut* ($\alpha = 0,05$). Sedangkan jenis sawi tidak berpengaruh nyata pada peningkatan total asam, serta tidak terjadi interaksi antara kedua perlakuan. Rerata peningkatan total asam dengan perlakuan konsentrasi gula dapat dilihat pada **Tabel 4.2**

Tabel 4.2 Rerata nilai total asam *yoghurtkraut* selama fermentasi akibat penambahan gula

Konsentrasi Gula (%)	Waktu Fermentasi		Rerata Peningkatan Total Asam*	BNT 5%
	0 Hari	4 Hari		
0	0,08	0,89	0,78 a	0,032
2	0,34	1,13	0,82 b	
4	0,35	1,20	0,85 bc	
6	0,37	1,25	0,88 c	

*Keterangan: Data merupakan rerata dari 3 kali ulangan

Berdasarkan **Tabel 4.2** menunjukkan rerata kadar total asam terendah terdapat pada *yoghurtkraut* tanpa penambahan gula (0%) sebesar 0,78%, sedangkan rerata peningkatan total asam tertinggi terdapat pada *yoghurtkraut* dengan penambahan gula 6% sebesar 0,88%. Diduga, peningkatan hasil total asam *yoghurtkraut* dengan penambahan konsentrasi gula 6% dibandingkan *yoghurtkraut* tanpa penambahan gula, disebabkan proses fermentasi, dimana semakin banyak bakteri asam laktat yang terbentuk pada saat fermentasi, maka akan meningkatkan jumlah asam yang dibentuk. Peningkatan nilai total asam selama proses fermentasi dapat terjadi karena adanya aktivitas bakteri asam laktat yang mengubah gula menjadi asam organik (asam laktat dan asam asetat). Asam ini akan terakumulasi dan menyebabkan peningkatan keasaman pada medium fermentasi, sehingga nilai total asam juga meningkat (Karimah, 2011).

Menurut Marianski (2012) selama proses fermentasi berlangsung *Lactobacillus plantarum* mengonsumsi gula dan menghasilkan asam laktat sampai tingkat keasamannya mencapai 1,5-2%. Peningkatan nilai total asam selama proses fermentasi dapat terjadi karena adanya aktivitas bakteri asam laktat yang mengubah gula menjadi asam organik (asam laktat dan asam asetat). Asam ini akan terakumulasi dan menyebabkan peningkatan keasaman pada medium fermentasi, sehingga nilai total asam juga meningkat (Karimah, 2011). Menurut Karimah (2011), asam yang terbentuk pada proses fermentasi akan terakumulasi dan menyebabkan peningkatan keasaman pada medium fermentasi, sehingga nilai total asam juga akan meningkat. Kadar asam yang dihasilkan dari proses fermentasi sayur asin berkisar antara 0,8-1,5% dinyatakan sebagai asam laktat (Boycheva, 2011).

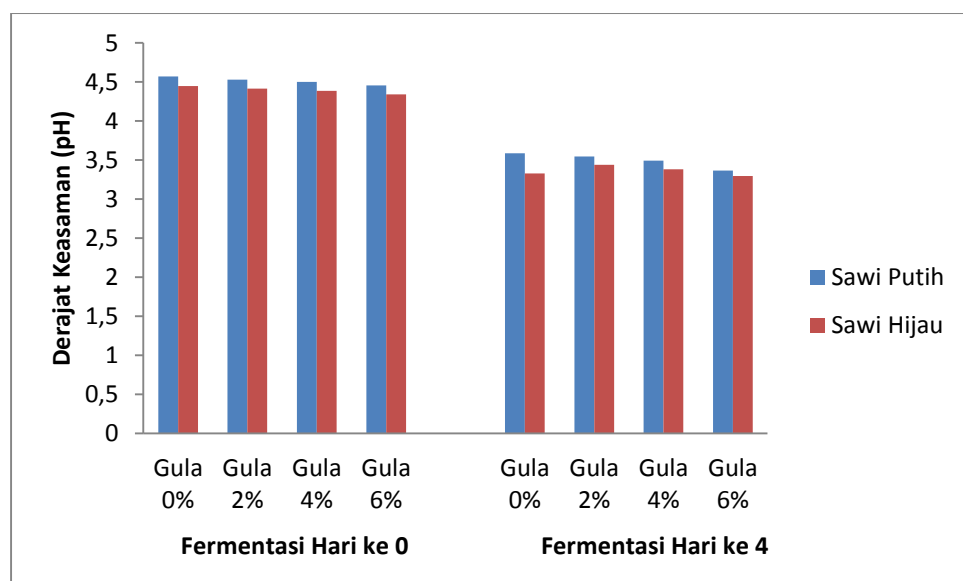
Peningkatan total asam tertinggi diperoleh pada konsentrasi gula tertinggi, hal itu dikarenakan kandungan gula yang ditambahkan pada *yoghurtkraut* dimanfaatkan oleh kultur untuk proses metabolismenya sehingga

dihasilkan asam-asam organik terutama asam laktat. Hal ini sesuai dengan Wulandari (2014), yang menyatakan bahwa jumlah mikroorganisme pada produk yang semakin bertambah dapat mengubah glukosa menjadi asam sehingga pembentukan asam menjadi semakin cepat.

Menurut Panjaitan (2012), komposisi kimia bahan merupakan faktor penting yang harus diperhatikan pada fermentasi asam laktat, terutama kandungan gula. Gula merupakan substrat utama fermentasi yang akan diubah menjadi asam laktat dan senyawa-senyawa lain. Semakin tinggi kandungan gula pada suatu media fermentasi maka akan semakin tinggi kadar asam laktat yang dihasilkan.

4.1.3 Analisa Derajat Keasaman (pH)

Rerata nilai pH yang didapatkan dari *yoghurtkraut* pada hari ke-0 berkisar antara 4,57 sampai 4,34 kemudian *yoghurtkraut* yang difermentasi selama 4 hari berkisar antara 3,59 sampai 3,30. Perubahan nilai pH *yoghurtkraut* dengan penambahan gula terhadap nilai pH dapat dilihat pada **Gambar 4.3**.



Gambar 4.3 Pengaruh Jenis Sawi Dan Penambahan Gula Terhadap Nilai pH pada *Yoghurtkraut* selama Fermentasi

Berdasarkan **Gambar 4.3** menunjukkan bahwa nilai pH *yoghurtkraut* cenderung mengalami penurunan akibat penambahan gula. Penurunan nilai pH pada *yoghurtkraut* diduga karena bakteri asam laktat menghasilkan asam-asam organik yang menyebabkan menurunnya nilai pH selama proses fermentasi

berlangsung. Proses fermentasi karbohidrat dapat menghasilkan asam laktat yang dapat menurunkan pH. Penurunan nilai pH dapat menghambat pertumbuhan mikroba lain, terutama bakteri patogen. Menurut Fardiaz (1989), menyatakan bahwa meningkatnya jumlah asam laktat, selain menurunkan nilai pH juga akan mempengaruhi nilai total asam tertitiasi.

Pada **Gambar 4.2** menunjukkan hasil total asam sebelum fermentasi berkisar antara 0,07% sampai 0,39%. Hal tersebut berbanding terbalik dengan **Gambar 4.3** yang menunjukkan hasil pH sebelum fermentasi berkisar antara 4,57 sampai 4,34. Hal tersebut dikarenakan pada saat proses fermentasi, nutrisi yang ada akan diuraikan menjadi gula-gula sederhana oleh mikroba. Sukrosa akan dipecah menjadi glukosa dan fruktosa. Glukosa akan mengalami proses glikolisis menjadi asam piruvat. Pada kondisi anaerob, piruvat akan diubah menjadi asam laktat dan energi. Hasil metabolisme dari mikroba adalah asam laktat dan energi. Semakin banyak asam laktat yang dihasilkan maka total asam akan meningkat dan pH akan menurun. Begitupun sebaliknya, semakin sedikit asam laktat yang dihasilkan, maka total asam akan menurun dan pH akan meningkat.

Hasil analisa ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa penambahan gula berpengaruh nyata dan terjadi interaksi antar kedua perlakuan (jenis sawi dan penambahan gula) pada penurunan nilai pH *yoghurtkraut*. Rerata penurunan nilai pH dengan perlakuan penambahan gula dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Rerata penurunan nilai pH *yoghurtkraut* selama fermentasi akibat penambahan gula

Perlakuan		Waktu Fermentasi		Rerata	
Jenis Sawi	Gula (%)	0 Hari	4 Hari	Penurunan Nilai pH*	DMRT 5%
Sawi Putih	0	4,57	3,59	0,95 a	0,0484
	2	4,53	3,54	0,98 ab	0,0507
	4	4,50	3,49	0,99 abc	0,0522
	6	4,45	3,37	1,00 bc	0,0531
Sawi Hijau	0	4,45	3,33	1,03 bc	0,0538
	2	4,41	3,44	1,04 c	0,0543
	4	4,39	3,38	1,10 d	0,0546
	6	4,34	3,30	1,12 d	

*Keterangan: Data merupakan rerata 3 kali ulangan Angka yang didampingi huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($P>0,05$)

Berdasarkan **Tabel 4.3** dapat diketahui bahwa nilai pH *yoghurtkraut* dengan penambahan gula dan jenis sawi mengalami penurunan selama proses fermentasi. Penurunan nilai pH terendah didapatkan pada produk sawi putih tanpa penambahan gula (0%) yaitu sebesar 0,95. Sedangkan, penurunan nilai pH tertinggi didapatkan pada produk sawi hijau dengan penambahan gula 6% yaitu sebesar 1,12. Nilai pH yang rendah menandakan bakteri asam laktat tumbuh dengan baik sehingga menghasilkan asam yang dapat menurunkan pH. Diduga semakin tinggi gula yang ditambahkan, mampu mendukung aktivitas bakteri asam laktat dalam menghasilkan asam lebih banyak yang dapat menurunkan nilai pH produk. Asam organik yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat adalah asam laktat dan asam asetat. Asam laktat merupakan metabolit utama bakteri asam laktat. Pengaturan pH menyebabkan kenaikan asam laktat, hal ini karena pengaturan pH selama fermentasi dimaksudkan untuk menjaga lingkungan agar sel dan enzim tetap aktif. Perubahan pH selama fermentasi terjadi karena semakin banyak hidrogen yang dilepaskan karena pemecahan gula oleh mikroorganisme (Suprihatin, 2010).

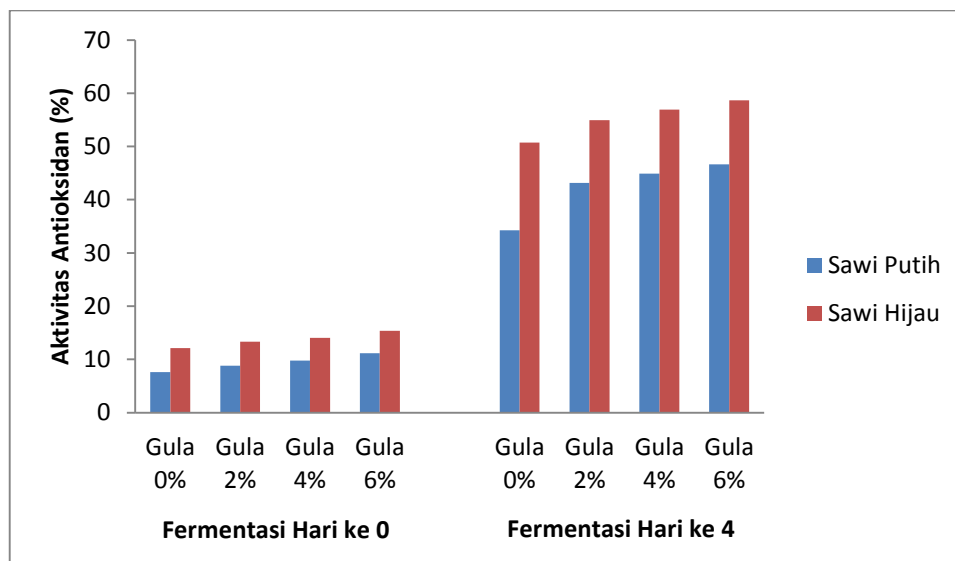
Pada **Tabel 4.3** menunjukkan bahwa semakin tinggi gula yang ditambahkan maka penurunan nilai pH semakin tinggi. Hal ini diduga karena banyaknya perombakan gula-gula sederhana oleh BAL yang menjadi asam-asam organik sehingga dapat menurunkan nilai pH. Fermentasi yang melibatkan bakteri asam laktat ditandai dengan peningkatan jumlah asam-asam organik yang diiringi dengan penurunan pH. Asam laktat yang diproduksi akan terdisosiasi menghasilkan H^+ dan $CH_3CHOCOO^-$ sehingga semakin tingginya asam laktat maka memungkinkan semakin tingginya ion H^+ yang terbebaskan dalam medium. Sehingga semakin tinggi asam laktat yang dihasilkan selama fermentasi memungkinkan tingginya ion H yang terbebaskan dalam medium sehingga menurunkan nilai pH *yoghurtkraut* (Yang, 2000).

Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa penambahan gula dan jenis sawi memberikan pengaruh nyata nyata ($\alpha=0,05$) terhadap nilai pH sayur asin. Nilai pH sayur asin mengalami penurunan selama proses fermentasi. Hal ini diduga akibat jumlah total asam yang meningkat sehingga dapat menurunkan nilai pH. Nilai pH yang rendah menandakan bakteri asam laktat tumbuh dengan baik sehingga menghasilkan asam yang tinggi. Pada proses fermentasi, inokulum ditambahkan dapat menaikkan jumlah mikroorganisme sehingga akan menghasilkan asam-asam organik dalam waktu yang relatif singkat serta dapat

meghambat pertumbuhan bakteri pathogen dan pembusuk (Eva, et all, 2014). Hal ini di dukung dengan pernyataan Kartikasari dan Nisa (2014) penurunan pH diakibatkan karena perombakan senyawa organik oleh bakteri yang ada didalam produk.

4.1.4 Analisa Antioksidan

Analisa antioksidan dilakukan dengan pengamatan menggunakan spektrofotometri untuk menangkap perubahan serapan absorbansi warna dari campuran DPPH dengan ekstrak sampel. Rerata peningkatan nilai antioksidan *yoghurtkraut* pada hari ke-0 berkisar antara 7,59% sampai 15,36%. Sedangkan *yoghurtkraut* yang difermentasi selama 4 hari berkisar antara 34,25% sampai 58,69%. Perubahan nilai aktivitas antioksidan *yoghurtkraut* dengan penambahan gula dapat dilihat pada **Gambar 4.4**.



Gambar 4.4 Pengaruh Jenis Sawi Dan Penambahan Gula Terhadap Nilai Antioksidan pada *Yoghurtkraut* selama Fermentasi

Berdasarkan **Gambar 4.4** dapat diketahui bahwa terjadi kenaikan antioksidan *yoghurtkraut* karena proses fermentasi. Hal ini membuktikan proses fermentasi mampu meningkatkan nilai antioksidan produk. Pada gambar juga menunjukkan semakin tinggi konsentrasi gula, maka semakin tinggi juga nilai antioksidan produk *yoghurtkraut*. Diduga konsentrasi gula yang ditambahkan mampu meningkatkan nilai antioksidan produk *yoghurtkraut*.

Hasil analisa ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan penambahan gula dan jenis sawi berpengaruh nyata dan terjadi interaksi antar kedua perlakuan (jenis sawi dan penambahan gula) pada aktivitas antioksidan *yoghurtkraut* ($\alpha = 0,05$). Rerata nilai aktivitas antioksidan akibat penambahan gula dapat dilihat pada **Tabel 4.4**.

Tabel 4.4. Rerata aktivitas antioksidan *yoghurtkraut* selama fermentasi akibat penambahan gula

Perlakuan		Waktu Fermentasi		Rerata	
Jenis Sawi	Gula (%)	0 Hari	4 Hari	Kenaikan Antioksidan*(%)	DMRT 5%
Sawi Putih	0	7,59	34,25	26,65 a	1,2081
	2	8,82	43,13	34,31 b	1,2659
	4	9,75	44,89	35,14 b	1,3017
	6	11,16	46,61	35,45 b	1,3256
Sawi Hijau	0	12,14	50,74	38,60 c	1,3428
	2	13,34	54,96	41,62 d	1,3555
	4	14,07	56,93	42,86 de	1,3646
	6	15,36	58,69	43,33 e	

*Keterangan: Data merupakan rerata 3 kali ulangan Angka yang didampingi huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($P > 0,05$)

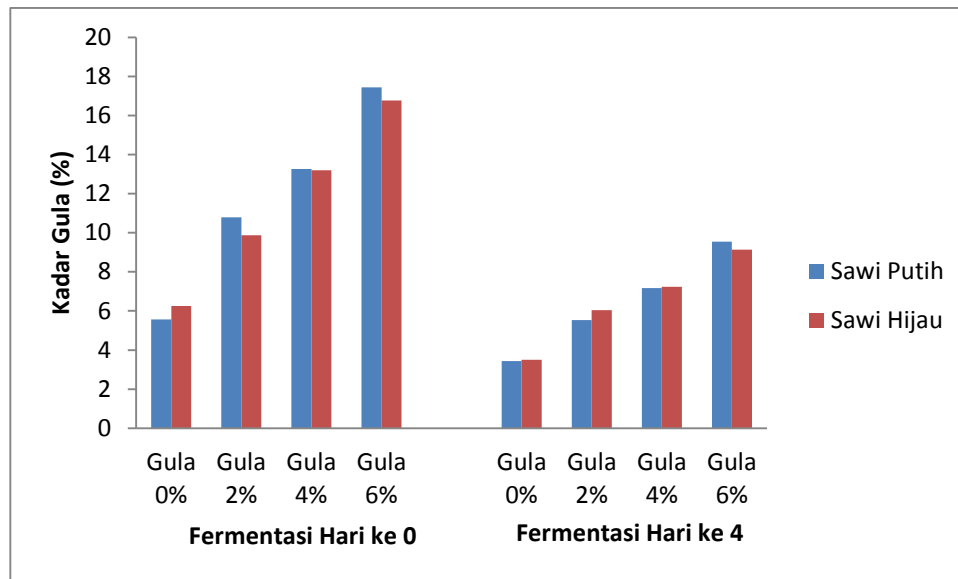
Berdasarkan **Tabel 4.4** diketahui rerata peningkatan nilai antioksidan terendah terdapat pada *yoghurtkraut* sawi putih dengan konsentrasi tanpa penambahan gula (0%) sebesar 26,65%. Sedangkan rerata peningkatan nilai antioksidan tertinggi terdapat pada *yoghurtkraut* sawi hijau dengan konsentrasi penambahan gula 6% sebesar 43,33%. Menurut Hur, *et al.*, (2014), fermentasi dapat meningkatkan nilai antioksidan karena adanya aktivitas bakteri asam laktat dengan membebaskan senyawa fenol sederhana setelah hidrolisis asam dan enzimatik dari senyawa fenol yang dipolimerisasi selama fermentasi. Asam organik yang dihasilkan selama proses fermentasi tersebut, bersifat sinergis dengan memberikan ion H⁺ pada radikal bebas sehingga meningkatkan aktivitas antioksidan primer. Menurut Zhang (2011), *Lactobacillus Bulgaricus* memiliki kemampuan mendegradasi komponen polisakarida dinding melalui aktivitas enzim *ferulic acid reductase* dan *vinylphenol reductase* menjadi 4-vinylphenol dan 4-vinyl guaciacol (Kuanepah, 2008). Perombakan gula-gula sederhana menjadi asam laktat oleh bakteri asam laktat yang bersifat sinergis dengan

menyumbangkan ion H⁺ pada radikal bebas sehingga dapat meregenerasi antioksidan primer. Gula sederhana yang terkandung dalam sayur asin dirombak menjadi metabolit primer (asam laktat) dan metabolit sekunder (fenol). Metabolit sekunder berperan dalam meningkatkan aktivitas antioksidan dari senyawa fitokimia yang terdapat pada tanaman (Salminen, 2004). Tingginya aktivitas penangkap radikal bebas (*radical-scavenging activity*) disebabkan adanya senyawa *polyacylated* antosianin yang merupakan senyawa *scavenger* utama diantara komponen-komponen bioaktif lain (Teow, 2005). Aktivitas antioksidan dipengaruhi oleh terjadinya akumulasi dari total asam yang terbentuk selama fermentasi sehingga menyebabkan suasana dalam medium menjadi lebih asam dan konsentrasi ion H⁺ semakin meningkat (Prastyaharasati, 2005). Selain itu, kemampuan bakteri asam laktat untuk memecah protein (proteolitik) menjadi peptida-peptida kecil yang memiliki aktivitas antioksidan juga dapat mempengaruhi peningkatan antioksidan.

Berdasarkan **Tabel 4.4** menunjukkan bahwa jenis sawi hijau menghasilkan nilai aktivitas antioksidan paling tinggi. Hal ini diduga karena pada sawi hijau cenderung memiliki nutrisi yang lebih tinggi di bandingkan dengan sawi putih. Menurut USDA (2016) pada sawi hijau mengandung karbohidrat, protein, Ca, Fe, Mg, P, K, Na, thiamin, riboflavin, niacin, vitamin A, dan vitamin K lebih banyak di bandingkan dengan sawi putih. Hal ini sesuai dengan pendapat Damayanti (2012), bahwa sawi hijau merupakan sayuran yang mengandung nutrisi yang lengkap seperti karbohidrat, serat larut dan tidak larut, dan senyawa lainnya yang dapat digunakan bakteri sebagai nutrisi untuk tumbuh.

4.1.5 Total Gula

Rerata nilai total gula yang didapatkan dari *yoghurtkraut* pada hari ke-0 berkisar antara 5,57 sampai 16,77 kemudian *yoghurtkraut* yang difermentasi selama 4 hari berkisar antara 3,43 sampai 9,54. Perubahan nilai total gula *yoghurtkraut* dengan penambahan gula dapat dilihat pada **Gambar 4.5**.



Gambar 4.5 Pengaruh Jenis Sawi Dan Penambahan Gula Terhadap Total Gula pada *Yoghurtkraut* selama Fermentasi

Berdasarkan **Gambar 4.5** menunjukkan bahwa nilai total gula *yoghurtkraut* cenderung mengalami penurunan akibat penambahan gula. Hasil analisa ragam (ANOVA) dengan uji BNT menunjukkan bahwa penambahan gula memberikan pengaruh yang nyata terhadap peningkatan total gula *yoghurtkraut* ($\alpha = 0,05$). Sedangkan jenis sawi tidak berpengaruh nyata pada peningkatan total gula, serta tidak terjadi interaksi antara kedua perlakuan. Rerata peningkatan total gula dengan perlakuan konsentrasi gula dapat dilihat pada **Tabel 4.5**

Tabel 4.5 Rerata nilai total gula *yoghurtkraut* selama fermentasi akibat penambahan gula

Konsentrasi Gula (%)	Waktu Fermentasi		Rerata Penurunan Total Gula*	BNT 5%
	0 Hari	4 Hari		
0	5,91	3,46	3,46 a	0,23
2	10,34	5,79	5,80 b	
4	13,25	7,20	7,20 c	
6	17,11	9,34	9,34 d	

*Keterangan: Data merupakan rerata dari 3 kali ulangan. Nilai rata-rata yang didampingi dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata.

Tabel 4.5 menunjukkan bahwa semua perlakuan terjadi penurunan kadar total gula selama fermentasi. Hal ini diduga karena terjadi pemanfaatan gula dan polisakarida sebagai sumber karbon dan energi untuk pertumbuhan *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus brevis*. Mikroba yang melakukan fermentasi membutuhkan energi yang umumnya diperoleh dari glukosa. Glukosa mengalami proses glikolisis menjadi asam piruvat. Dalam keadaan anaerob, piruvat diubah menjadi asam laktat dan energi yang digunakan untuk pertumbuhan (Muchtadi, 2010). Selain itu, kondisi substrat juga masih memungkinkan untuk berlangsungnya metabolisme bakteri asam laktat selama fermentasi sehingga jumlah bakteri asam laktat masih meningkat (Saripah, 1983).

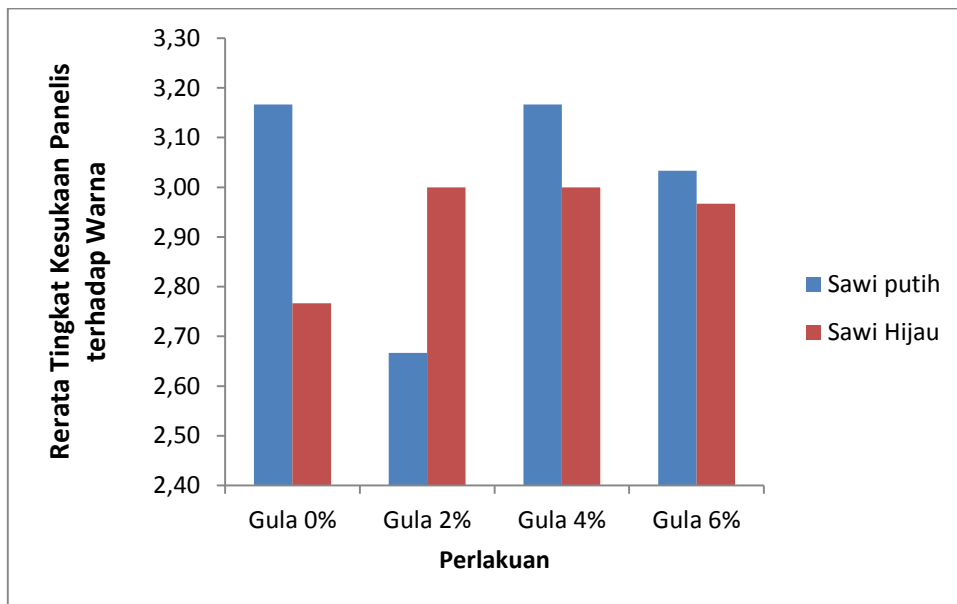
Menurut Panjaitan (2012), komposisi kimia bahan yaitu kandungan gula, merupakan faktor penting yang harus diperhatikan pada fermentasi asam laktat. Gula merupakan substrat utama fermentasi yang akan diubah menjadi asam laktat dan senyawa-senyawa lain. Semakin tinggi kandungan gula pada suatu media fermentasi maka akan semakin tinggi kadar asam laktat yang dihasilkan. Menurut Gianti (2011), fungsi gula adalah merupakan sumber energi bagi mikroba pada tahap adaptasi, sehingga mikroba dapat beradaptasi secara cepat dan tumbuh dengan baik serta mikroba yang merugikan terseleksi. Gula yang terdapat dalam bahan makanan berbentuk glukosa akan dirubah oleh mikroba menjadi asam laktat. Kandungan gula yang rendah dari bahan mengakibatkan proses fermentasi berjalan lambat, sedangkan penambahan gula dari luar bahan dilakukan jika kandungan gula bahan baku sangat rendah.

4.2 Analisa Organoleptik

Analisa organoleptik yang digunakan dengan uji hedonik atau uji kesukaan yang merupakan salah satu pengujian dalam mutu sensori. Pada uji ini melibatkan 30 panelis tidak terlatih. Dalam uji ini panelis diminta untuk memberikan tanggapan pribadinya tentang kesukaan atau sebaliknya terhadap produk, disertai dengan tingkat kesukaan. Tingkat kesukaan ini disebut dengan skala hedonik, meliputi sangat suka, suka, agak suka, tidak suka (Tabriani, 2013). Hasil uji hedonik diolah menggunakan minitab 16 dengan metode friedman.

4.2.1 Warna

Warna adalah salah satu parameter yang digunakan dalam uji organoleptik yang berperan sebagai identitas suatu produk pangan. Rerata nilai kesukaan panelis terhadap warna *yoghurtkraut* berkisar antara 2,67 (tidak suka) hingga 3,17 (suka). Rerata nilai kesukaan panelis terhadap warna *yoghurtkraut* dapat dilihat pada **Gambar 4.6**.

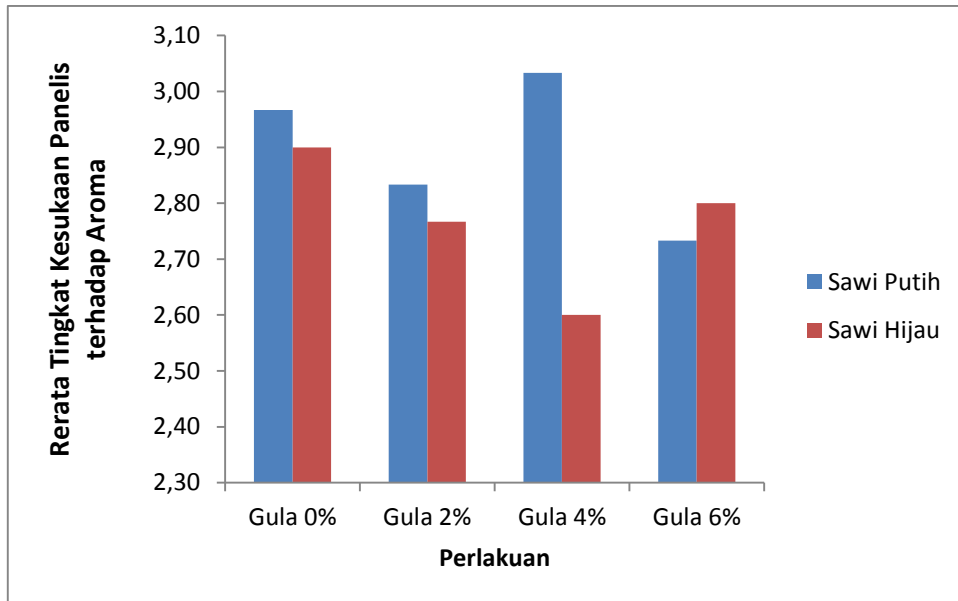


Gambar 4.6 Grafik Tingkat Kesukaan Panelis terhadap Warna *Yoghurtkraut*

Pada **Gambar 4.6** menunjukkan *yoghurtkraut* dengan penambahan gula 0% dan gula 4% pada sawi putih memiliki nilai tingkat kesukaan terhadap warna yang paling tinggi sebesar 3,17. Sedangkan *yoghurtkraut* dengan penambahan gula 2% pada sawi putih memiliki nilai tingkat kesukaan terhadap warna paling rendah sebesar 2,67. Berdasarkan analisa dengan metode friedman, panelis dan sampel memberikan pengaruh nyata pada tingkat kesukaan panelis terhadap warna produk *yoghurtkraut*. Tingkat kesukaan panelis terhadap warna produk dapat dipengaruhi dari penambahan gula yang membuat warna menjadi keruh dibandingkan tanpa penambahan gula.

4.2.2 Aroma

Aroma merupakan salah satu parameter yang mempengaruhi mutu produk pangan. Aroma dapat menjadi salah satu indikator kelezatan produk pangan tersebut. Rerata nilai kesukaan panelis terhadap aroma *yoghurtkraut* berkisar antara 2,60 (agak suka) hingga 3,03 (agak suka). Rerata nilai kesukaan panelis terhadap aroma *yoghurtkraut* dapat dilihat pada **Gambar 4.7**.

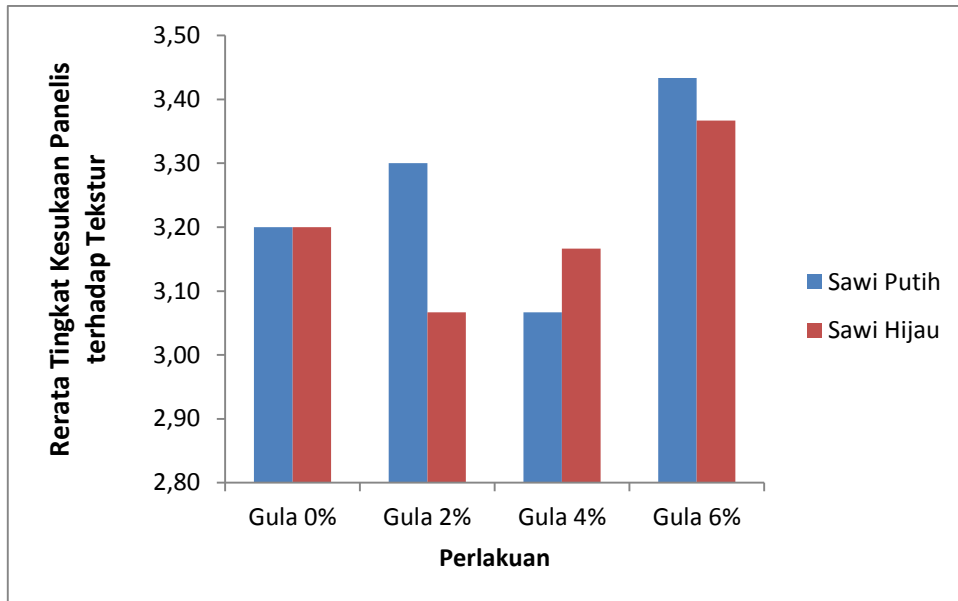


Gambar 4.7 Grafik Tingkat Kesukaan Panelis terhadap Aroma *Yoghurtkraut*

Berdasarkan **Gambar 4.7** menunjukkan *yoghurtkraut* dengan penambahan gula 4% pada sawi putih memiliki nilai tingkat kesukaan terhadap aroma yang paling tinggi sebesar 3,03. Sedangkan *yoghurtkraut* dengan penambahan gula 4% pada sawi hijau memiliki nilai tingkat kesukaan terhadap aroma paling rendah sebesar 2,60. Berdasarkan analisa dengan metode friedman, menunjukkan bahwa sampel tidak berpengaruh nyata pada tingkat kesukaan panelis terhadap aroma produk *yoghurtkraut*. Tingkat kesukaan panelis terhadap aroma kemungkinan dipengaruhi dari konsentrasi gula yang ditambahkan.

4.2.3 Tekstur

Tekstur dapat diukur saat sampel berada di dalam mulut. Rerata nilai kesukaan panelis terhadap tekstur *yoghurtkraut* berkisar antara 3,07 (agak suka) hingga 3,43 (agak suka). Rerata nilai kesukaan panelis terhadap tekstur *yoghurtkraut* dapat dilihat pada **Gambar 4.8**.

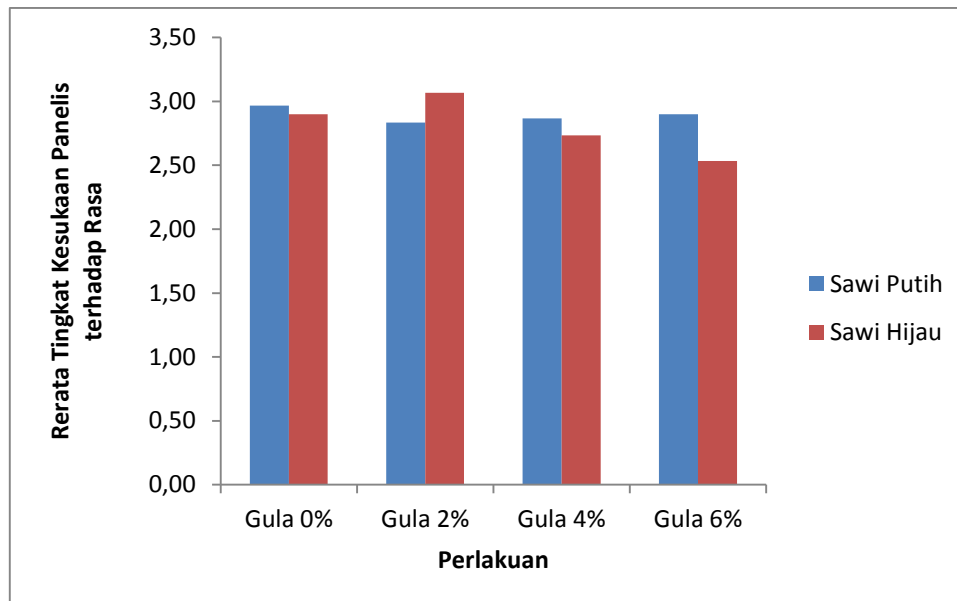


Gambar 4.8 Grafik Tingkat Kesukaan Panelis terhadap Tekstur *Yoghurtkraut*

Gambar 4.8 menunjukkan *yoghurtkraut* dengan penambahan gula 6% pada sawi putih memiliki nilai tingkat kesukaan terhadap tekstur yang paling tinggi sebesar 3,43. Sedangkan *yoghurtkraut* dengan penambahan gula 4% pada sawi putih serta penambahan gula 2% pada sawi memiliki nilai tingkat kesukaan terhadap tekstur paling rendah sebesar 3,07. Berdasarkan analisa dengan metode friedman, menyatakan bahwa panelis dan sampel tidak berpengaruh nyata pada tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur produk *yoghurtkraut*.

4.2.4 Rasa

Rasa merupakan salah satu faktor penting dalam tingkat penerimaan suatu produk oleh konsumen. Rerata nilai kesukaan panelis terhadap rasa *yoghurtkraut* berkisar antara 2,53 (agak suka) hingga 3,07 (agak suka). Rerata nilai kesukaan panelis terhadap rasa *yoghurtkraut* dapat dilihat pada **Gambar 4.9**.



Gambar 4.9 Grafik Tingkat Kesukaan Panelis terhadap Rasa *Yoghurtkraut*

Pada **Gambar 4.9** menunjukkan *yoghurtkraut* dengan penambahan gula 2% pada sawi hijau memiliki nilai tingkat kesukaan terhadap rasa tertinggi sebesar 3,07. Sedangkan *yoghurtkraut* dengan penambahan gula 6% pada sawi hijau memiliki nilai tingkat kesukaan terhadap rasa terendah sebesar 2,53. Berdasarkan analisa dengan metode friedman, menunjukkan bahwa panelis dan sampel tidak berpengaruh nyata pada tingkat kesukaan panelis terhadap rasa produk *yoghurtkraut*.

4.3 Perlakuan Terbaik

Penentuan perlakuan terbaik didapatkan dari data analisa mikrobiologi, kimia, dan organoleptik *yoghurtkraut*, kemudian diolah dengan metode *Multiple Attribute Zeleny*. Parameter yang digunakan meliputi total bakteri asam laktat (BAL), total asam, pH, antioksidan, gula dan organoleptik (warna, aroma, tekstur, rasa), yang masing-masing ditentukan nilai idealnya. Nilai ideal adalah nilai yang sesuai dengan pengharapan, yaitu nilai maksimal atau minimal dari suatu parameter. Nilai ideal yang digunakan pada parameter total BAL, total asam, antioksidan, dan organoleptik yaitu nilai yang tertinggi merupakan nilai yang terbaik. Sedangkan untuk nilai ideal dari parameter pH dan gula yaitu nilai terendah merupakan nilai terbaik. Hasil terbaik yang didapatkan dari pengolahan data metode *Multiple Attribute Zeleny* yaitu *yoghurtkraut* pada sawi putih dengan

penambahan gula 2%. Perbandingan hasil analisa perlakuan terbaik dengan *yoghurtkraut* sawi putih gula 0% (kontrol) disajikan pada **Tabel 4.6**.

Tabel 4.6 Perbandingan Perlakuan Terbaik *Yoghurtkraut* Sawi Putih Gula 2% dengan *Yoghurtkraut* Sawi Putih Gula 0% (Kontrol)

Parameter	<i>Yoghurtkraut</i> Sawi Putih Gula 2%	<i>Yoghurtkraut</i> Sawi Putih Gula 0%
Total BAL (CFU/ml)	1,6E+10	1,1819000000
Total Asam (%)	0,78	0,84
Derajat Keasaman (pH)	0,97	0,98
Antioksidan (%)	34,31	26,65
Total Gula	2,13	5,26
Organoleptik Rasa	2,83	2,96
Organoleptik Aroma	2,83	2,96
Organoleptik Warna	2,66	3,16
Organoleptik Tekstur	3,3	3,2

Berdasarkan **Tabel 4.6** menunjukkan *yoghurtkraut* perlakuan terbaik cenderung memberikan hasil analisa yang lebih baik dibandingkan dengan *yoghurtkraut* kontrol. *Yoghurtkraut* sawi putih dengan penambahan gula 2% dan memiliki nilai pH 0,78. Menurut literatur (Djundjung dan Rahman, 1992 dalam Astuti dan Syamhudi, 2014), sayur asin yang baik memiliki pH maksimum 4,1 dan mengandung kadar garam 0,7-3,0% (Jerman) atau 1,3-5,0% (Amerika Serikat). Total asam pada perlakuan ini yaitu 0,97% , total gula sebesar 5,26 dan nilai antioksidan sebesar 34,31%, serta total BAL $1,6 \times 10^{10}$ CFU/ml. *Yoghurtkraut* dengan perlakuan terbaik memiliki hasil analisa yang lebih baik dari parameter total BAL, total asam, nilai pH, dan antioksidan, serta organoleptik warna dan tekstur. Parameter organoleptik rasa, aroma, dan warna menunjukkan panelis lebih menyukai *yoghurtkraut* tanpa gula. Tingkat kesukaan panelis dapat dipengaruhi oleh warna, aroma, tekstur, dan rasa dari produk.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan perlakuan penambahan gula memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap peningkatan nilai antioksidan, dan penurunan nilai pH dan total gula, sedangkan perlakuan jenis sawi memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap peningkatan antioksidan. Interaksi antar kedua perlakuan berpengaruh nyata terhadap penurunan nilai pH dan peningkatan antioksidan. Hasil analisa organoleptik menunjukkan *yoghurtkraut* dengan atribut warna, aroma, tekstur dan rasa, yang paling disukai yaitu *yoghurtkraut* dengan jenis sawi putih dengan penambahan gula 2%.

Hasil analisa data *Multiple Attribute Zeleny* didapatkan *yoghurtkraut* perlakuan terbaik pada jenis sawi putih dengan penambahan gula 2%, dengan karakteristik sebagai berikut: nilai total BAL $1,6 \times 10^{10}$ CFU/ml, total asam 0,78%, nilai pH 0,97, antioksidan 34,31%, nilai gula 5,26%. Kemudian untuk kesukaan rasa 2,83, kesukaan aroma 2,83, kesukaan warna 2,67, dan kesukaan tekstur 3,3.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai formulasi *yoghurtkraut* dengan konsentrasi gula yang lebih tinggi.
2. Perlu dilakukan penelitian mengenai umur simpan produk pada *yoghurtkraut*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwilaga. 2010. **Faktor-faktor yang Mempengaruhi Sisi Permintaan dan Sisi Penawaran Sayuran Sawi**. Bandung: Penerbit Alumni Bandung
- Amin dan Leksono. 2001. **Efektivitas Bakteri Asam Laktat dalam Menghambat Bakteri**. Airlangga. Jogjakarta.
- Apriantono. 2004. **Pengolahan Berbagai Makanan**, Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Astuti, Beti Cahyaning dan Syamhudi. 2014. **Pengaruh Variasi Garam Terhadap Komposisi Kimia dan Aktivitas Antioksidan Kubis Putih (*Brassica oleracea*) Fermentasi**. Universitas Terbuka. Surakarta
- Boycheva, S., T. Dimitrov, N. Naydenova, G. Mihaylova. 2011. **Quality Characteristics of Yoghurt from Goat's Milk, Supplemented with Fruit Juice**. Czech J. Food Sci. Vol. 29. 24-30
- Dahlan dan Sriwulan Handono. 2005. **Fermentasi Sayur dan Buah**. Departemen Perindustrian Bogor
- Damayanti, Nessya. 2012. **Perkecambahan Dan Pertumbuhan Sawi Hijau (*Brassica rapa* L. var. *parachinensis* L. H. Bailey) Setelah Pemberian Ekstrak Kirinyuh (*Chromolaena odorata* (L.) R.M. King & H. Rob.)**. Jurusan Biologi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret: Surakarta
- Darwin, P. 2013. **Menikmati Gula Tanpa Rasa Takut**. Perpustakaan Nasional: Sinar Ilmu
- Dugas Jr., A.J., Castaneda-Acosta, J., Bonin, G.C., Price, K.L., Fischer, N.H., Winston, G.W., 2000, **Evaluation of The Total Peroxyl Radical-Scavenging Capacity of Flavonoids: Structure-Activity Relationship**, J. Nat. Products.,63, 327-331.
- Eckles, C. H., W.B. Combs. And H. Macy. 1980. **Milk and Milk Products**. Mc Graw Hill Company. New York.
- Eva M , Sri U, dan Elly Y. 2015. **Kajian Jumlah Bakteri Asam Laktat Pada Berbagai Media Fermentasi Pembuatan Sayur Sawi Hijau Asin (*Brassica juncea*)**. Vol. 11 No. 1 Halaman 11-14
- Fardiaz S. 1989. **Mikrobiologi Pangan**. Pusat Antar Universitas. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Fuad A. 2010. **Budidaya Tanaman Sawi (*Brassica Juncea*. L)**. Fakultas

- Pertanian. Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- Ghadge, P.N., K.Prasad, and P.S. Kadam. 2008. **Effect of fortification on the physico-chemical and sensory properties of buffalo milk yoghurt.**
- Gianti, I. dan Evanuraini, H. 2011. **Pengaruh Penambahan Gula dan Lama Penyimpanan Terhadap Kualitas Susu Fermentasi.** Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak. J. 6 (1) : 28—33.
- Gilliland, S. E., 1985. **Bacterial Starter Cultures for Foods.** CRC-Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- Hatano, T., Edamatsu, R., Hiramitsu, M., Mori, A., Fujita, Y., Yasuhara, T., Yoshida, T. dan T. Okuda. 1989. **Effect of The Interaction of Tannins With Co-Existing Substances.** VI. Effect of Tannins dan Related Polyphenols on Superoxide Anion Radical dan on 1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl Radical. Chem. Pharm. Bull. 37: 2016-2021
- Hur, Sun Jin, Seung Yuan Lee, Young-Chan Kim, Inwook Choi, and Geun-Bae Kim. 2014. **Effect of Fermentation on The Antioxidant Activity in Plant-Based Foods.** Food Chemistry 160: 346-356
- Hutkins.R.W. 2006. **Microbiology and Technology of Fermented Foods.** Blackwell Publishing Professional, USA.
- Jacob, M.B. 1951. **The Chemistry and Technology of Food and Food Products.** Interscience Pub. Inc., New York.
- Karimah U, anggowo Y. N. Falah S, Suryani. 2011. **Isolasi Oligosakarida MaduLokal dan Analisis Aktivitas Prebiotiknya.** Jurnal Gizi dan Pangan 6(3):217-224
- Kuwaki, S., Nobuyoshi, N., Hidehiko, T., dan Kohji, I. 2012. **Plant-based Pastem Fermented by Lactic Acid Bacteria and Yeast : Functional Analysis and Possibility of Application to Functional Foods.** Original Research Libertas Academica, Japan. Biochemistry Insights., 2012:5, 21-29.
- Lay, W. B. 1994. **Analisa Mikroba di Laboratorium.** Edisi I. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta
- Legowo AM. 2002. **Sifat Kimiawi, Fisik, dan Mikrobiologi Susu.** Semarang: Fakultas Peternakan Universitas Diponogoro.
- Maheswari, R.R.A., I,I, Arief., T, Suryati., dan N, Hidayati. 2006. **Karakteristik**

- Lactobacillus spesies yang Diisolasi dari Daging Sapi.** Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner 2006. Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan. Fakultas Peternakan IPB.
- Marianski S dan Adam Marianski. 2012. **Sauerkraut, Kimchi, Pickles and Relishes your Passport to a Healthy and Happy Life.** Bookmagic, LLC. USA
- Masato, O., M. Yoshiaki, and N. Toshihide. 2008. **Sensory properties and taste compounds of fermented milk produced by Lactococcus lactis and Streptococcus thermophilus.** Food Sci Technol Res 14(2):183–189
- Muchtadi. 2010. **Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan.** Bogor: Alfabeta CV
- Nataliningsih. 2016. **Pengaruh Konsentrasi Garam dan Gula dalam Pengolahan Pikel Bunga Pisang Ambon (*Musa Paradisiaca* L.)**
- Neelufar. S., Alekhya, T. dan Sudhakar, K. 2012. **Pharmacognostical and Phytochemical evaluation of Brasicca Oleracea Linn Var. Capitata F. Rubra (The Red Cabbage).** Journal pharm bio, 2 (2) : 43-46
- Panjaitan. 2012. **Fermentasi Sayur.** Medan: Pendidikan Teknologi Kimia Industri
- Pederson, C.S. 1982. **Pickles and Sauerkraut.** Di dalam Bor S.L. dan Jasper G.W. (eds.). Commercial Vegetables Processing, p. 457. The AVI Publishing Company, Inc., Wetsport, Conecticut.
- Pereira, E., Barros, L., Ferreira, I. 2013. **Relevance of the mention of antioxidant properties in yoghurt labels: In vitro evaluation and chromatographic analysis. Antioxidants.** Journal Antioxidants 2013; 2: 62-76; doi: 10.3390/antiox2020062.
- Pradani A, Evi M. 2009. **Pemanfaatan Fraksi Cair Isolat Pati Ketela Pohon Sebagai Media Fermentasi Pengganti Air Tajin Pada Pembuatan Sayur Asin.** Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Semarang
- Prastio, U. 2015. **Panen Sayuran Hidroponik Setiap Hari.** Yogyakarta: PT Agro Media Pustaka
- Prastyaharasti, L. M dan Elok Z. 2005. **Evaluasi Pertumbuhan Lactobacillus casei.** Jurnal Pangan dan Agroindustri Vol. 2 No 4 p.285-296
- Praswati, Kurniasari Dewi. 2016. **Studi Kecepatan Tumbuh Probiotik (L. plantarum dan L. casei) dalam Medium Fermentasi Susu Skim dengan Penambahan Sari Kecambah Kacang Tunggak (Vigna**

- unguiculata**). Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang
- Rahayu, W.P. 2001. **Penuntun Praktikum Penilaian Organoleptik**. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi. Fakultas Teknologi Pangan. IPB
- Ramadayantie,E. 2001. **Pembuatan Yoghurt Susu Tempe Kajian Penambahan Susu Skim dan Air Pengekstrak Tempe Terhadap Sifat Fisik, Kimia dan Organoleptik**. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Routray, W. and H.N. Mishra. 2011. **Scientific and technical aspects of yogurt aroma and taste: a review**. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 10(4): 208- 220 Sapientiae, Alimentaria , 82.
- Saripah, H. 1983. **Dasar-Dasar Pengawetan**. Jakarta: Departemen P dan K
- Sundararaj. 2004. **Microbiology**. Goverment of Tamil Nadu. Chennai
- Suprihatin. 2010. **Teknologi Fermentasi**. UNESA Press. Surabaya
- Surono, I. S. 2004. **Probiotik Susu Fermentasi dan Kesehatan**. YAPMMI, Jakarta
- Tamime, A. Y. dan R. K. Robinson. 1999. **Yoghurt Science and Technology**. Pergamon Press Ltd. London.
- Teow, C. C. 2005. **Antioxidant and Bioactive Compounds of Sweet Potatoes**. Thesis. Food Science Graduate Faculty of North Carolina State University
- USDA. 2016. **USDA National Nutrient Database For Standard Reference**. The U.S. Department of Agriculture
- Utama C, Sulistiyanto B, dan Setiani B. 2013. **Profil Mikrobiologis Pollard yang Difermentasi dengan Ekstrak Limbah Pasar Sayur pada Lama Peram yang Berbeda**. Agripet Vol. 13 No. 2 : 26-30
- Vaughn, R.H. 1985. **The microbiology of vegetable fermentations**. Di dalam B.J.B. Wood (ed.). Microbiology of Fermented Foods, vol. 1, p. 49. Elsevier Applied Science Publishing Ltd., London.
- Widagdha S, Fitri C. 2015. **Pengaruh Penambahan Sari Anggur (Vitis vinifera L) Dan Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Fisiko Kimia Yoghurt**. Jurnal Pangan dan Ahroindustri Vol. 3 No 1. p.248-258, Januari 2015

- Winarno, F. 2004. **Kimia Pangan dan Gizi**. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama'
- Y. H. Hui., Lisbeth Meunier-Goddik., Öse Solvejg Hansen., Jytte Josephsen., Wai-Kit Nip., Peggy S., Stanfield., and Fidel Toldra. 2004. **Handbook of Food and Beverage Fermentation Technology**. Florida: CRC press.inc
- Wulandari, D.A. 2014. **Fortifikasi Tepung Tulang Rawan Ayam Pedaging pada Pembuatan Susu Kedelai Bubuk sebagai Sumber Kalsium**. Skripsi. Bogor:Institut Pertanian Bogor.
- Yang, Z. 2000. **Antimicrobial Compounds and Extracellular Polysacharides Produced by Lactic Acid Bacteria**. Academia Dissertation
Department of Food Technology University of Heinsky. Heinsky
- Yunita D, Syarifah R, Nida E, dan Isnanda M. 2011. **Pembuatan Niyoghurt Dengan Perbedaan Perbandingan Streptococcus Thermophilus Dan Lactobacillus Bulgaricus Serta Perubahan Mutunya Selama Penyimpanan**. Jurnal Teknologi Pertanian Vol. 12 No. 2 (Agustus 2011) 83-90
- Zainuddin. 2014. Pengaruh **Konsentrasi Starter Dan Lama Fermentasi Terhadap Mutu Yoghurt Sari Kedelai**. Jurnal Agrina Vol. 01/No. 01 [Januari-Juni 2014] 14-22 Pengaruh Konsentrasi Starter
- Routray, W. and H.N. Mishra. 2011. **Scientific and technical aspects of yogurt aroma and taste: a review**. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 10(4): 208-220
- Zeleny, M. 1982. **Multiple Criteria Decision Making**. New York: McGraw-Hill